



TESIS PM147501

**OPTIMASI PRODUKSI DAN POLA TANAM SAYUR  
HIDROPONIK MENGGUNAKAN MIX INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING DI PT.PENTARIO  
LIBERIA PERSADA SURABAYA**

ARDISTYA WIRAWAN  
NRP. 9114 2013 06

DOSEN PEMBIMBING  
Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



TESIS PM147501

**PRODUCTION AND MAPPING OPTIMIZATION OF  
HYDROPONIC VEGETABLES USING MIX INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING AT PT.PENTARIO  
LIBERIA PERSADA SURABAYA**

ARDISTYA WIRAWAN  
NRP. 9114 2013 06

ADVISOR  
Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

MASTER IN TECHNOLOGY MANAGEMENT  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL MANAGEMENT  
POSTGRADUATE PROGRAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016

## LEMBAR PENGESAHAN

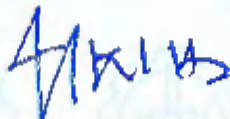
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

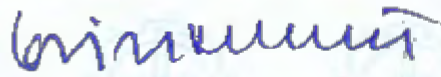
**ARDISTYA WIRAWAN**  
NRP. 9114201306

Tanggal Ujian : 29 Juni 2016  
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh :

  
1. Nurhadi Siswanto, ST, MSIE, PhD  
NIP: 19700523 199601 1 001

(Pembimbing)

  
2. Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc  
NIP: 19590318 198701 1 001


(Penguji)

  
3. Dr. Indung Sudarso, ST, MT  
NIDN: 0727115201

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,

  
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.  
NIP: 19601202 198701 1 001

**OPTIMASI PRODUKSI DAN POLA TANAM SAYUR  
HIDROPONIK MENGGUNAKAN MIX INTEGER LINEAR  
PROGRAMMING DI PT.PENTARIO LIBERIA PERSADA  
SURABAYA**

Nama mahasiswa : Ardistya Wirawan

NRP : 9114201306

Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

**ABSTRAK**

Sistem bertanam hidroponik merupakan salah satu terobosan baru di bidang perkebunan sayur maupun buah di dunia ini, negara maju di Eropa dan Amerika menggunakan sistem tanam ini untuk mendongkrak produksi sayur dan buah mereka dengan memanfaatkan lahan yang sempit dan media air. Banyak masyarakat Indonesia yang sudah mulai menggeluti bisnis Hidroponik ini dan hal ini sangat membantu pemerintah dalam menekan angka impor sayur dan buah Indonesia dari luar negeri.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi proses produksi sayur hidroponik di PT.Pentario Liberia Persada. Perusahaan ini masih memiliki masalah dalam pemenuhan permintaan sayur yang tidak menentu, akibatnya perusahaan melakukan proses penanaman menggunakan estimasi sehingga *error* yang terjadi antara rencana tanam dan aktual *demand* sangat besar. Digunakan metode peramalan dengan memperhatikan tren data permintaan produk sayur hidroponik dari perusahaan ini dengan tujuan mengurangi *error* yang kemudian hasil dari forecasting tersebut digunakan sebagai acuan untuk melakukan permodelan Mix Integer Linear Programming dengan memperhatikan biaya operasional dan juga media tanam pipa. Dilakukan pula perencanaan penanaman pada media pipa dengan memperhatikan jenis sayur yang akan ditanam dan hasil peramalan *demand* yang ada.

Hasil optimasi periode bulan April – Mei 2016 diketahui bahwa biaya operasional minimum yang dikeluarkan perusahaan adalah sebesar Rp 50.019.000,- dimana biaya tersebut berhasil mereduksi dari biaya real perusahaan pada periode bulan tersebut sebesar 5%. Analisa sensitivitas *demand* menunjukkan perubahan *demand* sebesar 15% harus disesuaikan dengan penambahan 21 buah media pipa.

Kata kunci : Hidroponik, Optimasi, Peramalan, Linear Programming

**PRODUCTION AND MAPPING OPTIMIZATION OF  
HYDROPONIC VEGETABLES USING MIX INTEGER  
LINEAR PROGRAMMING AT PT.PENTARIO LIBERIA  
PERSADA SURABAYA**

Name : Ardistya Wirawan  
NRP : 9114201306  
Advisor : Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D

**ABSTRACT**

Hydroponic farming system is a new breakthrough in the field of vegetable and fruit plantations in the world, developed countries in Europe and America using this cropping system to boost their fruit and vegetable production by utilizing the narrow land and water media. Many Indonesian people who have started this Hydroponics in business and it can really help the government in suppressing the number of imported fruits and vegetables Indonesia from abroad.

This research aims to optimize the production process of hydroponic vegetables in PT.Pentario Liberia Persada. The company still has problems in meeting demand for vegetable erratic, as a result the company did porses planting using an estimate so that errors that occur between planting plan and the actual demand is very large. By using methods of forecasting this research taking into account trends in the data request hydroponic vegetable products from this company with the goal of reducing error then the result of forecasting is used as a reference for modeling Mix Integer Linear Programming with due regard to operational costs and also the planting medium pipe. Similarly done planting on media planning pipeline by taking into account the types of vegetables will be planted and the existing demand forecasting results.

The results of the optimization on April - May 2016 note that minimum operational costs incurred by the company amounted to Rp 50.019.000,- where it managed to reduce the cost of the real cost of the company in the period by 5%. Demand sensitivity analysis shows the change in demand of 15% shall be adjusted by the addition of 21 pieces of media pipeline.

keywords : Hydrophonic, Optimization, Forecasting, Linear Programming

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1 BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5.1 Batasan .....	4
1.5.2 Asumsi .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
2 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Sistem Tanam Hidroponik .....	7
2.1.1 Sistem Hidroponik NFT.....	7
2.1.2 Endive .....	9
2.1.3 Butterhead .....	9
2.1.4 Romaine .....	10
2.1.5 Basil .....	10
2.1.6 Green Oak .....	11
2.1.7 Red Oak .....	11
2.1.8 Green Leaf.....	12
2.1.9 Red Leaf.....	12
2.2 Metode Peramalan.....	12

2.2.1	Metode-metode Peramalan .....	13
2.2.2	Metode <i>Time Series</i> .....	14
2.2.3	Metode Pemulusan (Smoothing) Exponential .....	15
2.2.4	Metode Single Exponential Smoothing .....	16
2.2.5	Metode Exponential Smoothing with Linear <i>Trend</i> .....	16
2.2.6	Metode Winters.....	17
2.2.7	Pengujian Metode Peramalan .....	18
2.3	Metode Linear Programming .....	19
2.3.1	Integer Programming .....	22
2.4	Posisi Penelitian .....	23
3	BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	27
3.1.1	Pengumpulan Data .....	27
3.1.2	Peramalan.....	30
3.1.3	Pengembangan Model.....	30
3.1.4	Pengolahan Data .....	35
3.2	Tahap Analisa dan Kesimpulan.....	36
3.2.1	Analisis Sensitivitas dan Hasil penyelesaian .....	36
3.2.2	Kesimpulan dan Saran .....	36
3.3	Tahapan Penelitian .....	37
4	BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	39
4.1	Pengumpulan data .....	39
4.1.1	PT.Pentario Liberia Persada.....	39
4.1.2	Harga Beli dan Jual Tanaman Hidroponik.....	40
4.1.3	Komponen Biaya Operasional .....	41
4.1.4	Komponen Biaya Bulanan .....	42
4.1.5	Komponen Ketersediaan Lahan .....	43
4.1.6	Komponen Ketersediaan Benih .....	44
4.2	Peramalan Permintaan Sayur .....	44
5	BAB 5 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
5.1	Hasil Model Optimasi .....	53
5.2	Analisa Sensitivitas .....	55

5.3	Perubahan Biaya Benih .....	55
5.4	Perubahan Biaya Rockwool .....	55
5.5	Perubahan Demand .....	56
5.6	Pembahasan .....	57
5.6.1	Validasi Data .....	57
6	BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
6.1	Kesimpulan .....	61
6.2	Saran .....	61
7	DAFTAR PUSTAKA .....	63
8	BIOGRAFI PENULIS .....	83



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.1 Data impor sayur di Indonesia.....	1
Tabel 2.1 Posisi Penelitian .....	25
Tabel 3.1 Tabel index penelitian .....	31
Tabel 4.1 Tabel Harga Beli dan Jual Sayur .....	41
Tabel 4.2 Tabel Biaya Operasional .....	42
Tabel 4.3Tabel Biaya Bulanan .....	42
Tabel 4.4 Tabel Ketersediaan Lahan .....	43
Tabel 4.5 Tabel Kapasitas Pemasok Sayur.....	44
Tabel 4.6 Tabel Perbandingan Peramalan Endive.....	47
Tabel 4.7 Tabel Perbandingan Peramalan Butterhead.....	47
Tabel 4.8 Tabel Perbandingan Peramalan Romaine.....	48
Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Peramalan Basil.....	48
Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Peramalan Green Oak.....	49
Tabel 4.11 Tabel Perbandingan Peramalan Red Oak.....	49
Tabel 4.12 Tabel Perbandingan Peramalan Green Leaf.....	50
Tabel 4.13 Tabel Perbandingan Peramalan Red Leaf .....	50
Tabel 5.1 <i>Breakdown</i> Optimasi Biaya Operasional Perusahaan .....	54
Tabel 5.2 Pengaruh Perubahan Biaya Benih Terhadap Biaya Optimal.....	55
Tabel 5.3 Pengaruh Perubahan Biaya Rockwoll Terhadap Biaya Optimal..	56
Tabel 5.4 Pengaruh Perubahan <i>Demand</i> Teradap Biaya Optimal .....	56
Tabel 5.5 <i>Breakdown</i> Biaya Operasional real PT.Pentario Liberia Persada	58
Tabel 5.6 Tabel Perbandingan Permintaan Sayur .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1 Flow proses sistem NFT .....	8
Gambar 2.12.2 Endive .....	9
Gambar 2.12.3 Butterhead .....	10
Gambar 2.12.4 Romaine .....	10
Gambar 2.12.5 Basil .....	11
Gambar 2.12.6 Green Oak .....	11
Gambar 2.12.7 Red Oak .....	11
Gambar 2.12.8 Green Leaf .....	12
Gambar 2.12.9 Red Leaf .....	12
Gambar 4.1 Sturktur Organisasi PT.Pentario Liberia Persada .....	40
Gambar 4.2 Grafik Trend Permintaan Sayur Endive dan Butterhead .....	45
Gambar 4.3 Grafik Trend Perminaan Sayur Romaine dan Basil .....	45
Gambar 4.4 Grafik Trend Perminaan Sayur Green Leaf dan Red Leaf .....	45
Gambar 4.5 Grafik Trend Perminaan Sayur Green Oak dan Red Oak .....	46

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A Output Pemodelan Lingo .....	65
Lampiran B Output Peramalan Minitab .....	74
Lampiran C .....	82

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan ini akan dijelaskan mengenai latar belakang penyusunan penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat dilakukan penelitian serta ruang lingkup penelitian yang terdiri atas batasan dan asumsi.

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Indonesia merupakan Negara Agraris dimana di setiap daerahnya bisa dengan mudah ditumbuhi oleh segala jenis sayuran dan buah-buahan. Hal ini bisa dilihat dengan komoditi utamanya dimana hasil produksi Holtikultura di Indonesia mampu menghasilkan ratusan ribu ton tiap unitnya.

**Tabel 1.1.1 Data impor sayur di Indonesia**

Data Impor Sayur di Indonesia						
Jenis Sayur	Negara	2014		2015		% Kenaikan
		volume (Ton)	harga (U.S)	volume (Ton)	harga (U.S)	
Selada	China	114	\$ 211,315	124	\$ 217,346	
	Singapore	0,37	\$ 495	2,3	\$ 4,144	
	Australia	103	\$ 281,790	25	\$ 116,798	
	<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>493,600</b>	<b>149</b>	<b>338,288</b>	
Bayam	China	81	\$ 156,562	82	\$ 142,372	
	Australia	5,5	\$ 8,957	0,2	\$ 1,448	
	France	48	\$ 112,829	46	\$ 129,161	
	<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>278,348</b>	<b>128</b>	<b>272,981</b>	
Seledri	China	191	\$ 392,824	214	\$ 441,763	
	India	-	-	0,05	\$ 216	
	Australia	7,5	\$ 34,991	33	\$ 73,027	
	Netherlands	0,04	\$ 982	-	-	
	<b>Total</b>	<b>191</b>	<b>428,797</b>	<b>247</b>	<b>515,006</b>	

\*Sumber <https://aplikasi.pertanian.go.id/eksim2012/hasilimporNegara.asp>

Tabel diatas adalah komoditi sayuran yang menjadi bahan penelitian kali ini dimana Negara kita masih banyak melakukan impor dari Negara lain untuk pemenuhan pasar di Indonesia. Namun pada data tersebut dapat dilihat penurunan impor untuk jenis sayur selada dan bayam dengan mulai maraknya sistem bertanam Hidroponik yang bisa mengakomodir kebutuhan tanam sayur tersebut sehingga untuk pemenuhan pasar Indonesia sendiri sudah banyak mengandalkan petani lokal

dan produk sayur lokal. Meskipun demikian jenis sayur seledri masih mengalami kenaikan dalam total impornya.

Melihat dari data dan peristiwa yang sudah ada dewasa ini sangat gencar di sosialisasikan tentang metode bertanam secara hidroponik yang bisa dilakukan oleh siapapun dan kapanpun serta dimanapun. Hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan media tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit daripada kebutuhan air pada budidaya dengan tanah. Hidroponik menggunakan air yang lebih efisien, jadi cocok diterapkan pada daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas. Dengan begitu masalah lingkungan dan musim bisa dengan mudah diatasi oleh sistem berkebun hidroponik karena pada dasarnya sistem berkebun ini hanya bergantung pada pasokan air dan nutrisi yang diberikan dan banyak sedikitnya intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan tanaman tersebut. Pada teknik ini, air dan nutrisi disediakan dalam jumlah yang tepat dan terkontrol dalam bentuk larutan nutrisi. Hal tersebut dilakukan dengan cara mensirkulasikan kembali air dan nutrisi yang telah digunakan. Selain itu, sirkulasi dapat dilakukan dengan metode tertutup guna menghindari kontak air dengan udara, sehingga akan mengurangi evaporasi (Steinberg *et al.* 2000) dimana dengan mengurangi evaporasi adalah salah satu cara pengelolaan air.

Penelitian ini dilakukan di PT.Pentario Liberia Persada yang merupakan salah satu perusahaan perkebunan Hidroponik yang masih muda di Surabaya. Perusahaan ini memiliki 3 kebun yaitu di daerah Ketintang sebagai pusatnya, di Penjaringan dan di Wage. Karena merupakan suatu perusahaan baru, PT.Pentario Liberia Persada masih sangat sulit melakukan estimasi jadwal pembibitan dan panen produk sayurannya, sehingga beberapa kali harus menanggung kerugian akibat kekurangan dan kelebihan produksi. Selama ini bila ada kelebihan produksi maka perusahaan akan membagikannya ke warga sekitar dalam rangka meningkatkan *brand* perusahaan dan apabila kekurangan produksi maka perusahaan akan membeli produk tersebut ke pihak ke-3. Tentu saja dengan kejadian tersebut yang berulang ulang tiap siklusnya sangat tidak menguntungkan pihak perusahaan secara profit karena biaya yang dikeluarkan untuk produksi sayur

di tiap siklusnya akan berbeda tergantung dengan berapa banyak jenis sayur yang akan diproduksi. Oleh karenanya dilakukan analisa peramalan dengan melihat tren penjualan sayur di masa lalu dan dengan melihat permasalahan yang ada, dalam penelitian ini dilakukan pula optimasi pola tanam berdasarkan pada hasil peramalan tersebut yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan pembibitan dan panen untuk lebih mengoptimasi siklus produksi tanaman hidroponik dengan rencana penjualan produk tanaman hidroponik yang mempertimbangkan ketersediaan lahan, produktivitas dan aspek biaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai bagaimana tren dan prediksi kebutuhan sayur di Surabaya? Lalu bagaimana cara melakukan sistem bertanam hidroponik yang optimal? Dan yang terakhir bagaimana menentukan produk sayur jenis tertentu di media pipa dengan mempertimbangkan masa tanam tumbuhan.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan melakukan peramalan terhadap tren penjualan masa lalu sayur hidroponik khususnya di Surabaya
2. Memodelkan sistem tanam hidroponik yang optimal untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan sesuai dengan hasil peramalan
3. Hasil optimasi digunakan untuk memplot tanaman sayur hidroponik yang harus ditanam di media pipa tertentu dalam periode waktu tertentu.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendorong manajemen dari PT.Pentario Liberia Persada untuk memperbaiki sistem pembibitan dan panen yang ada dalam mengurangi *waste* sehingga lebih mengoptimasi produksi sayur hidroponiknya.
2. Masyarakat urban lainnya dapat dengan mudah menerapkan sistem bertanam hidroponik yang sesuai dengan tujuan bisnis mereka.

3. Kesadaran masyarakat tentang benefit sistem tanam hidroponik diharapkan dapat membuat Indonesia bisa meningkatkan tingkat produksi sayur dan buah organik.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup pada penelitian ini mencakup pada batasan dan asumsi penelitian.

#### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada PT.Pentario Liberia Persada yang berdomisili di Surabaya.
2. Tren permintaan konsumen yang ada berisi permintaan oleh hotel, restaurant, perusahaan, dan perorangan di Surabaya selama 12 minggu (3 bulan)
3. Penelitian hanya membahas jenis tanaman hidroponik sayur
4. Penelitian hanya membahas kebun Ketintang dan Wage.

#### **1.5.2 Asumsi**

Adapun asumsi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Asumsi tidak ada gagal panen saat produksi dikarenakan rate gagal panen sangat kecil (Berkisar 0% - 1% saja tiap panennya)
2. Masa persemaian diabaikan dengan lama masa tanam semua jenis tanaman 4 minggu
3. Tidak ada inventory

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Struktur penelitian ini disusun sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi uraian tentang penelitian yang relevan dengan penelitian ini. Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah. Teori yang digunakan mengenai konsep metode peramalan, metode *Linear Programming*, serta perhitungan lain yang juga penting dalam penyelesaian masalah.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan kerangka pemikiran, teknik pengumpulan data, metode pengolahan data dan metode analisis.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi tentang data beserta prosedur pengolahan data yang digunakan pada bab metodologi penelitian.

## **BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Bab ini berisi tentang penjelasan dari pengolahan data yang dilakukan sehingga memiliki nilai dan manfaat sesuai dengan tujuan penelitian.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang hasil penelitian berupa kesimpulan dan saran bagi peningkatan perusahaan.



---

---

*Halama ini Sengaja Dikosongkan*

---

---

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai sistem tanam hidroponik, metode forecasting, dan permodelan linear programming yang digunakan.

#### **1.1 Sistem Tanam Hidroponik**

Hidroponik merupakan terobosan pertanian di masa modern ini sebab hidroponik dapat diusahakan di berbagai tempat baik di desa, kota, lahan terbuka atau diatas apartemen sekalipun dan dapat diusahakan sepanjang tahun tanpa mengenal musim. Tanaman hidroponik memiliki potensi yang kecil terhadap serangan hama dan penyakit sehingga memiliki kualitas lebih tinggi dari tanaman konvensional. Hal ini terjadi karena lingkungan yang bersih dan terpenuhinya *supply* unsur hara sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Istilah hidroponik berasal dari bahasa latin yang terdiri dari kata *hydro* yang berarti air dan kata *ponos* yang berarti kerja, jadi ditinjau dari segi asal katanya hidroponik berarti pengerjaan atau pengelolaan air yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman yang dibudidayakan. Pengertian hidroponik di Indonesia berkembang menjadi sistem bercocok tanam tanpa tanah. Media tumbuh merupakan tempat melekatnya akar tanaman dan juga sebagai tempat akar tanaman mengambil unsur hara yang dibutuhkan. Pada saat ini hidroponik telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi pengembangan sistem hidroponik terutama untuk sayuran, buah, dan juga bunga.

##### **1.1.1 Sistem Hidroponik NFT**

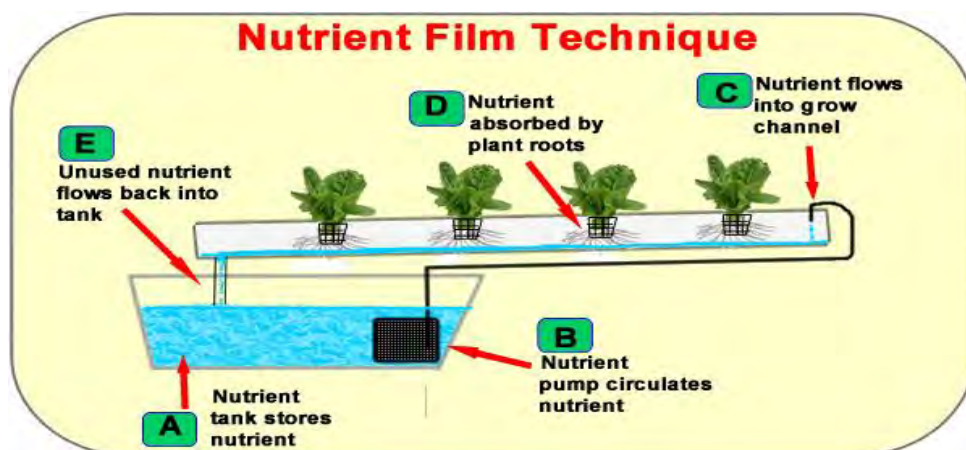
Hidroponik NFT merupakan salah satu metode bertanam hidroponik yang diterapkan juga oleh PT.Pentario Liberia Persada yang mana metode ini termaksud bercocok tanam dalam air dimana unsur hara telah dilarutkan didalamnya (Haris, 1994).

Dalam sistem hidroponik NFT, air dialirkan ke deretan akar tanaman secara dangkal. Akar tanaman berada di lapisan dangkal yang mengandung nutrisi sesuai

dengan kebutuhan tanaman. Perakaran dapat berkembang di dalam nutrisi dan sebagian lainnya berkembang diatas permukaan larutan. Aliran air sangat dangkal, jadi bagian atas perakaran berkembang di atas air yang meskipun lembab tetap berada di udara. Di sekeliling perakaran itu terdapat selapis larutan nutrisi. Dari sinilah muncul istilah NFT, yang didefinisikan sebagai metode budidaya tanaman dimana akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi, yang memungkinkan tanaman memperoleh air, nutrisi dan oksigen.

Kata “film” pada hidroponik NFT menunjukkan aliran tipis. Dengan demikian, hidroponik ini hanya menggunakan aliran air (nutrien) sebagai medianya. Keunggulan sisem hidroponik ini antara lain air yang diperlukan tidak banyak, kadar oksigen terlarut dalam larutan hara cukup tinggi, air sebagai media mudah didapat dengan harga murah, pH larutan mudah diatur dan ringan sehingga dapat disangga dengan talang.

Pada sistem NFT, air atau nutrien dialirkan dalam wadah penanam (biasanya berupa talang). Wadah penanam dibuat miring agar nutrien dapat mengalir. Nutrien yang telah melewati wadah penanam, ditampung dalam bak atau taungki dan kemudian dipompa untuk dialirkan kembali. Tinggi nutrien hanya sekitar 3mm, tidak boleh lebih dari itu karena air yang terlalu tinggi akan menyebabkan oksigen terlaurt menjadi sedikit. Adapaun sistem tanam hidroponik dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1.1 Flow proses sistem NFT

Sumber : [www.hydro-industries.com](http://www.hydro-industries.com)

Salah satu prinsip dasar NFT adalah ketebalan air di dalam hanya beberapa milimeter saja (sekitar 3mm). Dengan demikian banyak akar bertumpuk diatas aliran air dan rapat sehingga bila tanaman tumbuh subur, akarnya tebal mirip bantal putih. Ketebalan lapisan air tergantung kecepatan air yang masuk dan kemiringan talang.

Sistem NFT di PT.Pentario Liberia Persada digunakan untuk memproduksi buah dan sayur yang sering menjadi permintaan dari konsumen. Adapun beberapa jenis sayuran yang menjadi komoditi utama PT.Pentario Liberia Persada dan *concern* dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1.1.2 Endive

Endive adalah salah satu sayuran yang biasa digunakan dalam salad. Endive kaya akan vitamin dan mineral, terutama di folat dan vitamin A dan K, dan tinggi serat. Endive juga merupakan nama umum untuk beberapa jenis sawi putih.



Harga beli benih (Kg)	=	Rp	4,500
Harga Jual (Kg)	=	Rp	55,000

Gambar 1.11.2 Endive

### 1.1.3 Butterhead

Butterhead atau selada kepala mentega disukai kosumen karena aroma dan daunnya yang lembut. Tanaman ini kecil dan gepeng namun daunnya melebar, berlipat dan lembut dengan tekstur berminyak lunak. Butterhead dapat ditanam di sistem terbuka maupun tertutup (*Greenhouse*)



Harga beli benih (Kg)	=	Rp	5,000
Harga Jual (Kg)	=	Rp	55,000

**Gambar 1.11.3 Butterhead**

#### **1.1.4 Romaine**

Romaine atau selada cos memiliki daun memanjang, kasar dan bertekstur renyah dengan tulang daun tengah lebar dan jelas. Daun romaine memiliki panjang yang agak sempit dan cenderung tumbuh tegak dan secara longgar bertumpang-tindih satu sama lainnya.



Harga beli benih (Kg)	=	Rp	4,000
Harga Jual (Kg)	=	Rp	50,000

**Gambar 1.11.4 Romaine**

#### **1.1.5 Basil**

Basil atau yang biasa disebut kemangi adalah tanaman yang dimanfaatkan daun, bunga dan bijinya sebagai rempah rempah maupun penyegar. Basil sangat digemari oleh konsumen karena seluruh komponen tanaman tersebut memiliki banyak khasiat .



Harga beli benih (Kg) =	Rp 6,000
Harga Jual (Kg) =	Rp 60,000

**Gambar 1.11.5 Basil**

### **1.1.6 Green Oak**

Green oak adalah jenis selada hijau yang biasa di konsumsi oleh hotel dan restaurant. Umumnya green oak memiliki struktur yang sama dengan selada lainnya namun green leaf cenderung lebih hijau pada daunnya.



Harga beli benih (Kg) =	Rp 4,000
Harga Jual (Kg) =	Rp 50,000

**Gambar 1.11.6 Green Oak**

### **1.1.7 Red Oak**

Red Oak adalah jenis selada merah dan umumnya di konsumsi sebagai pemanis atau penghias hidangan. Sama seperti green oak, red oak merupakan keluarga selada dengan tekstur merah di bagian daunnya.



Harga beli benih (Kg) =	Rp 4,000
Harga Jual (Kg) =	Rp 50,000

**Gambar 1.11.7 Red Oak**

### 1.1.8 Green Leaf

Green Leaf adalah jenis selada hijau yang sejenis dengan green oak, hanya saja untuk green leaf cenderung memiliki struktur daun yang lebih keriting dan berlipat lipat beda dengan green oak yang daunnya lebih halus.



Harga beli benih (Kg)	=	Rp	4,000
Harga Jual (Kg)	=	Rp	50,000

**Gambar 1.11.8 Green Leaf**

### 1.1.9 Red Leaf

Red Leaf adalah jenis selada merah yang sejenis dengan red oak, namun untuk struktur daun pada red leaf cenderung lebih keriting dan berlipat lipat. Red leaf biasa digunakan sebagai pemanis dan hiasan hidangan.



Harga beli benih (Kg)	=	Rp	4,000
Harga Jual (Kg)	=	Rp	50,000

**Gambar 1.11.9 Red Leaf**

Semua jenis sayur yang diproduksi oleh perusahaan adalah jenis sayur yang tidak terpengaruh musim, dikarenakan kontrol terhadap media tanam pun tergolong cukup mudah dengan penggunaan paranet secara buka tutup saat musim panas maupun musim hujan sehingga mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk pada saat musim panas dan juga mengurangi dan menghambat kadar air hujan yang jatuh pada saat musim hujan.

## 1.2 Metode Peramalan

Peramalan pada dasarnya merupakan proses menyusun informasi tentang kejadian masa lampau yang berurutan untuk menduga kejadian di masa depan.

Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi sesuatu yang kemungkinan besar akan terjadi misalnya kondisi permintaan, kondisi ekonomi, dan lain-lain. Namun, ketepatan prediksi peristiwa dan tingkat kejadian di masa mendatang tidak mungkin dapat terjadi secara mutlak.

Terdapat 2 (dua) langkah dasar yang harus dilakukan dalam membuat dan menghasilkan suatu peramalan yang akurat (Hanke dkk, 2001). Langkah pertama adalah pengumpulan data yang berhubungan dengan tujuan peramalan dan memuat informasi-informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat. Langkah kedua adalah memilih metode peramalan yang tepat yang akan digunakan dalam mengolah informasi yang telah dikumpulkan.

### **1.2.1 Metode-metode Peramalan**

Berdasarkan sifatnya, peramalan dapat dikategorikan ke dalam 2(Dua) kategori utama (Makridakis, 1991), yaitu :

#### **1. Peramalan Kualitatif**

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu, misalnya tentang selera konsumen terhadap suatu produk atau survei tentang loyalitas konsumen. Hasil peramalan kualitatif didasarkan pada pengamatan kejadian-kejadian di masa sebelumnya yang pengembangannya digabung dengan pemikiran dari penyusunannya secara estimasi subjektif atau opini para ahli. Contoh metode peramalan kualitatif adalah metode estimasi subyektif, survei, dan Delphi.

#### **2. Peramalan Kuantitatif**

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu yang diperoleh dari pengamatan nilai-nilai sebelumnya secara statistik dan matematis. Metode ini didasarkan atas prinsip-prinsip statistik yang memiliki tingkat ketepatan tinggi atau dapat meminimumkan kesalahan (*error*), serta lebih sistematis. Metode peramalan kuantitatif sendiri terbagi menjadi 2(dua) metode, yaitu metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal (Sebab-akibat). Hasil peramalan yang dibuat tergantung pada metode yang digunakan, dan jika digunakan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda pula.



### 1.2.2 Metode *Time Series*

*Time Series* atau deret berkala adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu yang berjarak sama (mingguan, bulanan, tahunan). Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, dan biasanya digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku subyek. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Menurut Hanke dkk (2001) terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu :

1. Horizontal (*Stationary*)

Tipe data horizontal adalah ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Sebagai contoh data penjualan tiap bulan suatu produk tidak meningkat atau menurun secara konsisten pada suatu waktu. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data horizontal adalah *simple moving average*, *moving average*, *simple exponential smoothing*, dan *Box-Jenkins*.

2. Musiman (*Seasonal*)

Tipe data musiman ialah ketika pola data dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari tahun ke tahun. Sebagai contoh adalah pola data pembelian buku baru pada tahun ajaran baru. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data musiman adalah *decomposition*, *Winter's exponential smoothing*, *multiple regression* dan *Box-Jenskina*.

3. Tren

Tipe data tren terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Sebagai contoh adalah data harga suatu produk yang terus meningkat dari tahun ke tahun, Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data tren adalah *linear moving average*, *Brown's linear exponential smoothing*, *Holt's linear exponential smoothing*, *simple regression* dan *exponential model*.

#### 4. Siklus (*Cyclical*)

Tipe data siklus terjadi bilamana deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Sebagai contoh adalah data-data pada kegiatan ekonomi dan bisnis. Metode yang bisa digunakan dalam melakukan peramalan untuk data siklus adalah *decomposition*, *economic indicators*, *econometric models*, dan *multiple regression*.

#### 1.2.3 Metode Pemulusan (Smoothing) Exponential

Apabila deret berkala (*time series*) bersifat stasioner maka nilai rata-ratanya dapat digunakan sebagai alat peramalan. Namun, apabila data tersebut mengandung tren (*kecenderungan*) dengan arah naik/turun atau terdapat pengaruh musiman, maka nilai rata-rata tersebut sudah tidak dapat lagi menggambarkan pola dari data tersebut. Untuk menghilangkan fluktuasi yang disebabkan oleh pengaruh musiman dapat dilakukan dengan menghaluskan (memuluskan) data yang tidak stasioner tersebut, dengan harapan agar kesalahan peramalan dapat diperkecil.

Metode pemulusan tersebut dapat dibedakan atas dua kelompok, yaitu kelompok yang memberikan pembobotan yang sama pada data masa lalu dimana disebut dengan metode permalan dan kelompok yang memberikan bobot yang berbeda beda pada data masa lalu dimana disebut dengan metode pemulusan eksponensial. Pada metode pemulusan eksponensial, bobotnya mempunyai ciri yang menurun secara eksponensial dan titik data yang terakhir sampai dengan yang pertama. Metode ini memerlukan adanya penentuan parameter tertentu dimana parameter ini akan menemukan besarnya bobot yang tidak sama untuk data masa lalu dan mempunyai nilai yang terletak diantara nol dan satu.

Karena tidak perlu lagi menyimpan semua data historis, metode pemulusan eksponensial banyak mengurangi masalah penyimpanan data. Adapun yang harus disimpan adalah observasi terakhir, ramalan terakhir, serta nilai parameter tertentu. Disamping kelebihan tersebut, kelemahan dari metode ini adalah dalam penentuan nilai parameternya yang optimal untuk memperoleh nilai rata-rata penyimpangan absolut (MAD) yang terkecil, dimana pada umumnya nilai parameter tersebut dicari dengan cara *trial and error* didalam perhitungan.

#### 1.2.4 Metode Single Exponential Smoothing

Metode ini merupakan suatu metode eksponensial yang sederhana dan menghasilkan pendekatan yang cukup baik apabila data deret berkala bersifat stasioner dan non musiman. Secara sederhana, peramalan ini hanya menambah suatu penyesuaian untuk kesalahan yang terjadi pada peramalan terakhir.

Metode ini menggunakan suatu parameter penentu, yaitu  $\alpha$  dengan nilai antara nol (0) sampai satu (1). Jika mempunyai nilai mendekati nol, maka peramalan yang baru akan mencakup penyesuaian yang sangat kecil.

Pemulusan pada metode ini akan selalu mengikuti setiap tren dalam data yang sebenarnya, karena yang dilakukan adalah mengatur peramalan mendatang dengan suatu presentase dari kesalahan yang terakhir. Adapun rumus yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \quad (2.1)$$

Dimana :

$F_{t+1}$	= Ramalan pada periode (t+1)
$\alpha$	= Parameter pemulusan data
$X_t$	= Data aktual
$F_t$	= Peramalan pada periode t

#### 1.2.5 Metode Exponential Smoothing with Linear Trend

Dalam metode ini yang dimuluskan adalah nilai tren dengan parameter yang berbeda dari yang digunakan pada deret data asli. Metode yang diperkenalkan oleh Holt ini menggunakan dua konstanta pemulusan atau parameter tertentu yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$  dengan masing-masing mempunyai nilai antara nol dan satu.

Dalam metode ini, Holt menyesuaikan nilai pemulusan secara langsung untuk tren periode sebelumnya dengan menambahkan nilai pemulusan yang terakhir, dimana hal ini membantu untuk menghilangkan kelambatan dan menempatkan nilai pemulusan kdasar perkiraan nilai data saat ini. Setelah itu, dilakukan peremajaan tren yang bertujuan untuk membedakan antara dua nilai pemulusan terakhir. Hal ini tepat, karena jika terdapat kecenderungan dalam data, nilai yang baru akan lebih

tinggi atau lebih rendah daripada nilai sebelumnya. Karena mungkin masih terdapat sedikit kerandoman, maka hal ini dihilangkan oleh pemulusan dengan  $\beta$  tren pada periode terakhir, dan kemudian menambahkannya dengan taksiran tren sebelum periode kedepan yang diramalkan ditambah dengan nilai dasar. Adapun rumus yang digunakan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1}) \\ B_t &= \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1} \\ F_{t+m} &= S_t + B_{tm} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dimana :

$S_t$	= Pemulusan data pada periode t
$B_t$	= Tren pada periode t
$\alpha$	= Parameter pemulusan data
$\beta$	= Parameter pemulusan tren
$X_t$	= Data aktual
$F_{t+m}$	= Peramalan pada periode (t+m)

### 1.2.6 Metode Winters

Metode yang disebut juga metode kecenderungan (Tren) dan musiman ini didasarkan atas tiga persamaan pemulusan, yaitu untuk unsur stasioner, tren, dan musiman. Dengan metode ini dapat mengatasi masalah data yang stasioner, data yang menunjukkan suatu tren linier serta data yang mengandung musiman. Adapun persamaan dasar untuk metode ini adalah sebagai berikut :

- a. Persamaan pemulusan keseluruhan

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-1}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (2.3)$$

- b. Persamaan pemulusan tren

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1} \quad (2.4)$$

- c. Persamaan pemulusan musiman

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-1} \quad (2.5)$$

Dan untuk menghitung peramalannya sendiri memiliki persamaan sebagai berikut:

$$F_{t+m} = (S_t + B_{tm})I_{t-L+m} \quad (2.6)$$

Dimana :

$S_t$  = Pemulusan keseluruhan pada periode t

$B_t$  = Pemulusan tren

$I_t$  = Pemulusan musiman

$\alpha$  = Parameter pemulusan data

$\beta$  = Parameter pemulusan tren

$\gamma$  = Parameter pemulusan musiman

$X_t$  = Data aktual

$F_{t+m}$  = Ramalan pada periode (t+m)

L = Panjang musiman

### 1.2.7 Pengujian Metode Peramalan

Setelah dilakukan analisa pola dari data pada masing-masing metode yang digunakan, langkah selanjutnya adalah menentukan metode peramalan yang tepat yang kemudian dipergunakan untuk pengambilan keputusan. Karena masing-masing metode akan mempunyai rata-rata penyimpangan absolut (*Mean Absolute Deviation*) dengan nilai terkecil. Adapun MAD ini menggambarkan perbedaan antara hasil peramalan dengan nilai kenyataan.

Jika  $X_t$  merupakan data aktual pada periode t dan  $F_t$  merupakan peramalan (nilai kecocokan) untuk periode yang sama, maka kesalahan peramalan pada periode tersebut dapat didefinisikan sebagai :

$$e_t = F_t - X_t \quad (2.7)$$

Semakin kecil nilai  $e_t$  akan semakin baik pula hasil peramalan yang diperoleh.

Untuk mencari rata-rata kesalahan (*mean error*) atau yang disebut juga dengan *bias* digunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Bias} = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (2.8)$$

Untuk mencari rata-rata penyimpangan absolut (Mean Absolute Deviation) atau MAD digunakan rumus sebagai berikut :

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (2.9)$$

Cara lain untuk menilai hasil peramalan adalah dengan menentukan rata-rata kesalahan kuadrat (Mean Squared Error) atau MSE dengan rumus sebagai berikut yaitu :

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t^2|}{n} \quad (2.10)$$

### 1.3 Metode Linear Programming

Linear Programming merupakan salah satu teknik riset operasi yang mampu menyelesaikan masalah optimasi sejak diperkenalkan di akhir dasawarsa 1940-an. Linear programming sudah berhasil menjabarkan berbagai situasi kehidupan nyata seperti di bidang militer, industri, pertanian, transportasi, ekonomi dan bahkan ilmu sosial. Selain itu, tersedianya program komputer yang sangat efisien untuk memecahkan masalah pemrograman linier merupakan faktor penting dalam tersebarnya penggunaan teknik ini. Teknik pemrograman linier memberikan analisa pasca-optimum dan analisis parametrik yang sistematis untuk memungkinkan pengambilan keputusan (Taha, 1996).

Permasalahan model program linier dapat memiliki pembatas-pembatas linier yang bertanda ( $\leq, =, \geq$ ) dan peubah-peubah keputusannya dapat merupakan peubah non-negatif, dapat pula peubah yang tak terbatas. Pemrograman dimulai dengan formulasi umum dari permasalahan yang ada dimana formulasi umum tersebut terdiri dari fungsi tujuan yang akan dicari solusi optimalnya baik itu dalam memaksimumkan maupun meminimumkan berdasarkan ketentuan yang tersedia yang dirumuskan dalam fungsi pembatas. Terdapat bentuk standar yang menjadi sifat pemrograman linier yaitu antara lain :

1. Semua pembatas linier membentuk persamaan dengan ruas kanan yang non-negatif
2. Semua peubah keputusan harus merupakan peubah non-negatif
3. Fungsi tujuan dapat berupa maksimasi atau minimasi

Berdasarkan ketentuan tersebut, beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengubah bentuk permasalahan pemrograman linier dari bentuk asli ke dalam bentuk standart adalah :

1. Pembatasan linier (*Linear Constraint*)

- a) Pada pembatasan linier bertanda " $\leq$ " dapat dibentuk menjadi suatu persamaan " $=$ " dengan cara menambahkan ruas kiri dengan *Slack Variable* (Peubah Penambahan). *Slack Variable* digunakan untuk mewakili jumlah kelebihan ruas kanan pembatasan linier dibandingkan dengan ruas kirinya, sehingga dapat diartikan untuk mewakili jumlah sumber daya yang tidak dapat dipergunakan.

Misalnya dalam batasan :

$$X_1 + X_2 \leq 8 \quad (2.11)$$

Maka tambahkan *slack variable*  $S_1 \geq 0$  ke sisi kiri untuk memperoleh persamaan :

$$X_1 + X_2 + S_1 = 8, S_1 \geq 0 \quad (2.12)$$

- b) Pada pembatas linier bertanda " $\geq$ " dapat dibentuk menjadi suatu persamaan " $=$ " dengan cara mengurangi ruas kiri dari pembatas linier dengan *surplus variable* (peubah penambah negatif). Pada pembatas linear bertanda " $\geq$ ", ruas kanan umumnya mewakili penetapan persyaratan minimum, sehingga *surplus variable* dapat diartikan untuk mewakili jumlah kelebihan ruas kiri pembatas linier dibandingkan persyaratan miniumnya.

Misalnya dalam batasan :

$$3X_1 + 2X_2 - 2X_3 \geq 6 \quad (2.13)$$

Karena sisi kanan pembatas linier lebih kecil dari pada sisi kirinya, maka dikurangkan dengan *surplus variable*  $S_2 \geq 0$  dari sisi kiri untuk memperoleh persamaan:

$$3X_1 + 2X_2 + 2X_3 - S_2 = 8, S_2 \geq 0 \quad (2.14)$$

- c) Ruas kanan dari suatu persamaan dapat dijadikan bilangan non-negatif dengan cara mengalikan kedua ruas dengan -1.
- d) Arah pertidaksamaan berubah jika kedua ruas dikalikan dengan -1.

## 2. Peubah Keputusan

Suatu peubah keputusan  $X_i$  yang tidak terbatas dalam tanda dapat dinyatakan sebagai dua peubah keputusan non-negatif dengan menggunakan substitusi :

$$X_i = X_i^1 + X_i^2 \quad (2.15)$$

Dengan  $X_i^1, X_i^2 \geq 0$ . Selanjutnya substitusi ini harus dilakukan pada seluruh pembatas linier dan fungsinya.

## 3. Fungsi Tujuan

Pemasalahan model pemrograman linier standar dapat berubah memaksimumkan  $f(x)$  atau meminimumkan  $f(x)$ . Model matematika pemrograman linier dapat ditulis dalam bentuk formulasi umum seperti contoh berikut :

Fungsi Tujuan :

$$\text{Optimalkan } f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_m \quad (2.16)$$

$$\text{Batasan } a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \leq b_n, \text{ atau}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \geq b_n, \text{ atau}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m = b_n,$$

$$x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0$$

Dimana :

$$x_j = \text{Variabel keputusan pemrograman linier}$$

$$f(x) = \text{Fungsi Tujuan}$$

$$c_i = \text{Koefisien fungsi tujuan}$$



$a_{ij}$  = Koefisien fungsi kendala

$b_i$  = Nilai fungsi kendala

Untuk nilai  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Untuk nilai  $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Berdasarkan formulasi umum pemrograman linier yang dijelaskan pada persamaan (2.6) diatas, terdapat dua kategori permasalahan yaitu masalah maksimasi dan minimasi. Masing-masing dijelaskan dalam persamaan (2.7) dan (2.8) pada formulasi sebagai berikut :

$$\text{Maksimasi} : f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_m \quad (2.17)$$

$$\begin{aligned} \text{Batasan} : a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m &\leq b_n \\ x_1, x_2, \dots, x_m &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\text{Minimasi} : f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_m \quad (2.18)$$

$$\begin{aligned} \text{Batasan} : a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m &\geq b_n \\ x_1, x_2, \dots, x_m &\geq 0 \end{aligned}$$

### 1.3.1 Integer Programming

Metode *integer programming* merupakan program linier yang beberapa atau semua variabelnya memiliki nilai-nilai *integer* (bulat) dan diskrit. Model matematis untuk pemrograman integer adalah model pemrograman linier dengan tambahan satu batasan bahwa variabel harus memiliki nilai-nilai integer (Hiller dan Lieberman, 2010). Model *integer programming* terbagi menjadi tiga tipe, yaitu:

a. *Pure Integer Programming*

Ciri dari tipe ini adalah semua variabel keputusan diharuskan mempunyai nilai *integer* (bulat).

b. *Binary Integer Programming*

Ciri dari tipe ini adalah semua variabel keputusan mempunyai nilai *integer* satu atau nol. Tipe ini biasanya digunakan dalam pemecahan masalah dalam pengambilan keputusan. Variabel keputusan yang berharga 1 menyatakan “Ya” dan variabel keputusan berharga 0 untuk menyatakan “Tidak”.

c. *Mixed Integer Programming*

Tipe ini memiliki cirri beberapa variabel keputusan yang mempunyai nilai *integer* dan beberapa variabel keputusan lainnya bernilai *non integer*.

#### 1.4 Posisi Penelitian

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang topik riset operasi, khususnya optimasi dan *forecasting*.

Takeshi itoh (2003) menyakan bahwa dalam melakukan optimasi di bidang pertanian tidak bisa hanya memperhatikan faktor biaya atau profit saja, namun harus mempertimbangkan permintaan pasar dan lahan tanamnya juga. Dengan menggunakan metode peramalan Moving Average karena data dianggap normal dan optimasi menggunakan Linear Programming, penelitian ini digunakan untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian dalam penanaman tanaman di bidang pertanian.

Aneirson, Da Silva (2014) dalam penelitiannya untuk menyelesaikan ketidakpastian dalam permintaan produksi pada pabrik gula menggunakan metode Goal Programming. Penelitian ini menggunakan Goal Programming karena memiliki beberapa fungsi tujuan yaitu untuk meminimalisasi seluruh komponen biaya yang ada dengan memaksimalkan produksi produksi yang akan dihasilkan. Dengan berbagai fungsi tujuan tersebut, penelitian ini menjadi sangat menarik dengan berbagai variabel keputusan yang dihasilkan sehingga sangat bermanfaat sebagai referensi dalam penelitian hidroponik.

Dwi Wulandhari (2015) menyajikan penelitian untuk melakukan optimasi terhadap perencanaan produksi pakan ternak. Dengan menggunakan ARIMA sebagai metode peramalan karena data dianggap *stationer* dan menggunakan linear programming untuk optimasi, penelitian ini menemukan bahwa komposisi bahan baku akan berbeda beda tiap bulannya sesuai hasil

peramalan, sehingga dalam penelitian ini metode peramalan mendapat porsi yang tinggi dalam menentukan komposisi bahan baku yang akan digunakan.

Penelitian tentang optimasi Sayur Hidroponik ini sendiri memiliki metode peramalan yang berbeda yaitu dengan Metode Pemulusan karena data penjualan masa lalu yang didapat memiliki tren dan untuk proses optimasi menggunakan Mix-Integer Linear Programming karena dalam penentuan fungsi tujuannya memiliki karakteristik integer dan non-integer. Untuk Posisi penelitian ini sendiri dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

**Tabel 1.1 Posisi Penelitian**

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Metode Peramalan				Metode Pemodelan		
			Moving Average	Ekspponential Smooting	ARIMA	Regresi	Linear Programming	Goal Programming	Mix Integer Programming
1	Takeshi Itoh (2003)	<i>A Model Of Crop Planning Under Uncertainty in Agricultural Management</i>	√				√		
2	Aneirson Francisco Da Silva (2014)	<i>A Fuzzy Goal Programming Model for Solving Aggregate Production-Planning Problems under Uncertainty : A Case Study in A Brazillian Sugar Mill</i>						√	
3	Dwi Wulandhari (2015)	<i>Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming</i>			√		√		
4	Ardistya Wirawan (2016)	<i>Optimasi Penjadwalan Produksi Tanaman Hidroponik Menggunakan Linear Programming di PT.Pentario Liberia Persada</i>		√					√

---

---

*Halama ini Sengaja Dikosongkan*

---

---

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan langkah dan metode penelitian yang dilakukan. Langkah-langkah dalam penelitian ini secara umum terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, penjelasan peramalan dan pengembangan model *Linear Programming*.

Tahapan pengumpulan data mencakup pada beberapa metode yang digunakan. Data-data yang dikumpulkan terdiri dari data jenis sayur yang diproduksi, data komponen biaya biaya yang timbul, data ketersediaan lahan, dan juga tentu saja data permintaan / *demand* pada periode bulan Januari – Maret 2016.

#### **1.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Tahap pengumpulan dan pengolahan data ini dilakukan untuk memperoleh bahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

##### **1.1.1 Pengumpulan Data**

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari pembukuan perusahaan maupun dari hasil wawancara dengan para karyawan kebun tersebut. Pengumpulan data dilakukan di PT.Pentario Liberia Persada baik di kebun Ketintang maupun Wage sesuai dengan beberapa batasan yang telah di tentukan dengan meliputi data data sebagai berikut :

##### **1. Jenis-Jenis sayur yang diproduksi**

Jenis jenis sayur utama yang diproduksi dan menjadi komoditas utama dari perusahaan seperti yang dijelaskan sebelumnya ada 8 sayur inti yang menjadi pokok pembahasan disini. Sayur tersebut kebanyakan adalah dari jenis selada dengan bermacam macam jenis selada yang menjadi favorit sayur utama dalam hidangan restaurant ataupun hotel. Semua sayur tersebut memiliki masa panen yang sama yaitu 4 minggu.

## 2. Komponen biaya operasional

Unsur biaya yang timbul dalam penelitian ini adalah biaya baku, biaya bulanan dan biaya aset. Tentu saja biaya-biaya tersebut sangat mempengaruhi kinerja operasional pembudidayaan tanaman hidroponik dalam meminimalkan biaya yang ada.

### a. Komponen Biaya Baku.

Biaya baku adalah seluruh biaya yang meliputi aspek peralatan, benih dan juga nutrisi tanaman yang memiliki masa waktu tertentu dan sangat berpengaruh dalam budidaya sayur hidroponik sehari harinya. Adapun biaya operasional yang ada meliputi :

- Benih tanaman / sayur

Benih tanaman tentu memiliki harga yang berbeda beda untuk setiap jenisnya dan kuantitasnya. Harga benih tanaman untuk setiap Kg yang dihasilkan akan sangat berbeda setiap periode penanamannya sesuai dengan perencanaan produksi yang sudah ditetapkan.

- Rockwool

Rockwool adalah media tanam tanaman hidroponik pengganti tanah. Harga komponen rockwool berbeda beda tergantung dengan berapa banyak benih sayur yang akan ditanam.

### b. Komponen Biaya Bulanan

Biaya bulanan adalah komponen biaya yang dikeluarkan setiap bulannya secara tetap untuk menunjang kegiatan operasional budidaya sayur hidroponik. Adapun komponen biaya bulanan terdiri dari :

- Air dan Listrik

Komponen biaya air dan listrik dalam penelitian ini dibuat rata rata sama sehingga termasuk dalam kategori biaya tetap.

- Tenaga Kerja

Upah tenaga kerja yang dilihat adalah personil kebun atau dengan kata lain mereka yang bertanggung jawab langsung terhadap proses operasional pembudidayaan sayur hidroponik.

- Nutrisi A  
Nutrisi A berisi berbagai unsur makro (N, P, K, Ca, Mg, S), penggunaan nutrisi ini dilakukan secara berkala dan biasanya bersamaan dengan pemberian nutrisi B
- Nutrisi B  
Nutrisi B berisi berbagai unsur mikro (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo), penggunaan nutrisi ini dilakukan secara berkala dan biasanya bersamaan dengan pemberian nutrisi A
- Sprayer  
Sprayer adalah peralatan penyemprot hama, sprayer digunakan secara berkala dengan tujuan menghilangkan hama di sekitar kaki-kaki pipa atau tanah untuk mencegah hama menaiki pipa ke sayur.

c. Komponen Biaya Aset.

Biaya aset adalah seluruh biaya yang meliputi aspek peralatan dan merupakan suatu hal yang kritis karena alat tersebut sangat menunjang dan mempengaruhi budidaya tanaman Hidroponik dan memiliki nilai ekonomis tersendiri. Adapun biaya operasional yang ada meliputi :

- Pipa Talang  
Pipa yang digunakan oleh perusahaan ini adalah jenis *PVC* , dalam penggunaanya diketahui bahwa pipa jenis *PVC* memiliki daya tahan yang cukup lama.
- Paranet  
Paranet merupakan sebuah media untuk menutupi atau melindungi tanaman dari cahaya matahari yang berlebihan dan sangat berguna untuk mengantisipasi sayuran yang cacat akibat kepanasan.

3. Komponen ketersediaan lahan

Lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lahan di daerah Ketintang dan Wage. Kedua tempat tersebut memiliki luas yang berbeda, pipa yang berbeda dan tentu saja memiliki kapasitas produksi yang berbeda beda pula.



#### 4. Komponen kebutuhan sayur / *demand*

Kebutuhan sayur oleh konsumen diperoleh dari data *history* yang dimiliki oleh perusahaan, data tersebut kemudian akan diolah dengan menggunakan metode peramalan sehingga dapat diketahui *demand* yang akan terjadi di 3 bulan berikutnya. Data *demand* yang akan di ramalkan adalah berupa data mingguan.

##### 1.1.2 Peramalan

Peramalan dilakukan untuk menentukan permintaan atau *demand* yang akan terjadi di beberapa periode kedepan. Jumlah permintaan dari produk yang ada tiap periodenya (minggu) merupakan target yang harus dipenuhi untuk meminimalkan biaya yang ada dengan mengambil data historis permintaan yang telah ada. Adapun tahap melakukan peramalan untuk permintaan produk sayur adalah sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi data penjualan produk sayur dari bulan januari – maret 2016 tiap minggunya
2. Melakukan peramalan untuk kebutuhan permintaan / *demand* untuk acuan data bulan April – Juni 2016 tiap minggunya

Dalam penelitian ini akan digunakan metode peramalan dengan pemulusan (*exponential smoothing*) dengan membandingkan *single* dan perhitungan dengan *trend (double)* yang nantinya akan dilihat manakah data peramalan yang lebih mendekati dengan hasil data lampau atau dengan error yang kecil.

##### 1.1.3 Pengembangan Model

Penyelesaian untuk penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan model matematis umum dari *Linear Programming* yang disesuaikan dengan tujuan penelitian serta batasan-batasan masalah yang ada di perusahaan. Adapun komponen utama dalam pengembangan model *Mix Integer Linear Programming* adalah sebagai berikut :

###### A. Index

Index adalah definisi penamaan yang akan digunakan pada variabel keputusan, adapun index yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.1 Tabel index penelitian**

Index	Definisi
<b><i>I</i></b>	Kebun yang dipakai untuk menanam
<b><i>J</i></b>	Sayur yang akan di tanam / di produksi
<b><i>K</i></b>	Pipa yang dipakai sebagai media tanam
<b><i>t</i></b>	Periode / waktu yang digunakan dalam satuan minggu

#### B. Parameter Penelitian

Parameter penelitian berisi tentang data data kebun dan jenis sayur yang ada dalam penelitian ini. Adapun parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2 Tabel Parameter Penelitian**

Jenis	Parameter	Definisi
<b>Kebun</b>	$I_1$	Ketintang
	$I_2$	Wage
<b>Jenis Sayur</b>	$J_1$	Endive
	$J_2$	Butterhead
	$J_3$	Romaine
	$J_4$	Basil
	$J_5$	Green Oak
	$J_6$	Red Oak
	$J_7$	Gren Leaf
	$J_8$	Red Leaf
<b>Permintaan</b>	$D$	<i>Demand</i>
<b>Harga Beli Benih</b>	$B$	<i>Buy</i>
<b>Biaya Operasional</b>	$C$	<i>Cost</i>

### C. Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat. Adapun variabel keputusan dalam penelitian ini adalah sebaga berikut :

$$X_{ijkt} \begin{cases} 1 = \text{kebun ke-}i \text{ yang akan ditanami sayuran jenis-}j \text{ pada pipa ke-}k \text{ dan pada} \\ \text{periode ke-}t \text{ sudah terpenuhi} \\ 0 = \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.1)$$

Dimana :

$i$  = Kebun ke- $i$  yang akan digunakan (1-2)

$j$  = Jenis sayur- $j$  yang akan di tanam (1-8)

$k$  = Pipa ke- $k$  yang akan digunakan (1- 100)

$t$  = Eksekusi dilakukan di minggu ke- $t$  (1-8)

$RX_{ijkt}$  = Jumlah harga Rockwool yang dibutuhkan untuk tanaman jenis  
 $j$  di kebun  $i$  pada pipa  $k$  periode  $t$

$BX_{ijkt}$  = Jumlah harga beli benih untuk tanaman jenis  $j$  di kebun  $i$  pada  
pipa  $k$  periode  $t$

$C_{it}$  = Jumlah biaya operasional di kebun  $i$  pada periode  $t$

### D. Perumusan Fungsi Tujuan

Fungsi Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam kegiatan pembibitan hingga panen dalam hal ini adalah dengan rentan waktu 2 bulan / 8 minggu. Adapun beberapa biaya yang masuk dalam model ini adalah yang merupakan harga jual per unit dan biaya kebutuhan operasional sesuai yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Adapun formulasi fungsi tujuannya sendiri adalah sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^8 \sum_{k=1}^{100} \sum_{t=1}^8 [BX_{ijkt} + RX_{ijkt} + C_{it} + 12.000.000]$$

$$\text{Min } Z = \text{Biaya Rockwoll} + \text{Biaya Benih} + \text{Biaya operasional} + \text{Biaya Aset} \quad (3.2)$$

Dimana :

$X_{ijkt}$  = Kebun ke- $i$  yang ditanami sayuran jenis  $j$  pada pipa ke  $k$  pada periode  $t$

$RX_{ijkt}$  = Harga rockwoll yang digunakan untuk sayur jenis  $j$  di kebun  $i$  pada pipa  $k$  periode  $t$

$BX_{ijkt}$  = Harga Benih yang digunakan untuk sayur jenis  $j$  di kebun  $i$  pada pipa  $k$  periode  $t$

$C_{it}$  = Biaya operasional kebun  $i$  pada periode  $t$

#### E. Perumusan Fungsi Kendala

Kendala merupakan pembatas yang harus diperhatikan dalam penelitian ini, artinya untuk mencapai tujuan terdapat beberapa batasan-batasan yang tidak bisa dilanggar.

##### 1. Kendala Permintaan Pasar (*demand*)

Tren permintaan terhadap sayur hidroponik yang dijual oleh PT.Pentario Liberia Persada memiliki karakteristik data yang berbeda beda untuk setiap jenis sayurnya. Adapun data yang didapat dalam penelitian ini adalah data 3 bulan terakhir terhitung sejak Januari – Maret 2016. Data yang ada di breakdown menjadi data permintaan tiap minggu sehingga total ada 12 minggu data yang akan diolah sedemikian rupa sehingga akan didapat data 12 minggu kedepan yaitu April-Juni 2016 yang tentu saja akan mempengaruhi proses optimasi produksi sayur hidroponik.

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^{100} X_{ijkt} \geq D_{jt} + 4 \quad \forall j, \forall t \quad (3.3)$$

Dimana :

$X_{ijkt}$  = Jumlah sayur  $j$  yang di tanam di kebun  $i$  pada pipa  $k$  periode minggu ke  $t$

$D_{jt+4}$  = Jumlah demand sayur jenis  $j$  pada periode  $t+4$

## 2. Kendala Kapasitas Benih

Perusahaan memiliki sejumlah kapasitas benih untuk setiap sayur dari pemasok / *supplier* untuk setiap bulannya. Penggunaan bibit setiap jenis sayur setiap minggunya harus lebih kecil dari kapasitas / stok benih per sayur setiap bulannya.

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^{100} X_{ijkt} \leq P_{jt} \quad \forall j, \forall t \quad (3.4)$$

Dimana :

$X_{ijkt}$  = Jumlah sayur  $j$  yang di tanam di kebun  $i$  pada pipa  $k$  periode minggu ke  $t$

$P_{jt}$  = Jumlah kapasitas beli sayur jenis  $j$  pada periode  $t$

## 3. Kendala Media Tanam Pipa

Media pipa yang digunakan memiliki batasan tersendiri dimana kondisinya adalah sebuah media pipa harus berisi 10 Benih tanaman yang sama untuk menghasilkan sejumlah 1Kg jenis tanaman tersebut. Artinya dalam satu media pipa tidak boleh diisikan lebih dari 1 jenis tanaman yang berbeda. Media pipa di kebun mengalami proses konversi dalam pengolahan program lingo dikarenakan jumlahnya yang terlalu banyak sehingga dalam permodelan diasumsikan bahwa setiap 8 buah pipa yang ada diwakili oleh 1 pipa dalam pemrograman

Lingo, dengan kondisi awal yang mengharuskan 1 jenis pipa hanya boleh diisi 1 jenis sayuran tetap berlaku.

$$\sum_{j=1}^8 X_{ijkt} \leq 1 \quad \forall i, \forall k, \forall t \quad (3.5)$$

Dimana :

$X_{ijkt}$  = Jumlah sayur  $j$  yang di tanam di kebun  $i$  pada pipa  $k$  periode minggu ke  $t$

#### 1.1.4 Pengolahan Data

Data-data yang didapat dari hasil pengumpulan data kemudian diolah dengan bantuan suatu program. Pengolahan data permintaan sayuran / *demand* dilakukan dengan metode peramalan *exponential smoothing* dengan bantuan perangkat lunak Minitab 17, sehingga dapat digunakan untuk meramalkan jumlah permintaan sayur untuk bulan bulan berikutnya. Pengolahan data untuk optimasi sendiri yang menggunakan *Mix Integer Linear Programming* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Lingo 11.0 .Setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala dibuat, langkah berikutnya adalah memasukkan formulasi matematis tersebut kedalam program tersebut agar didapatkan solusi optimumnya.

### 1.2 Tahap Analisa dan Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dari seluruh proses penelitian yang sudah dilakukan. Pada tahap ini akan dianalisis hasil dari output Lingo 11.0 sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan dengan hasil optimum sesuai dengan tujuan awal dari penelitian ini.

#### 1.2.1 Analisis Sensitivitas dan Hasil penyelesaian

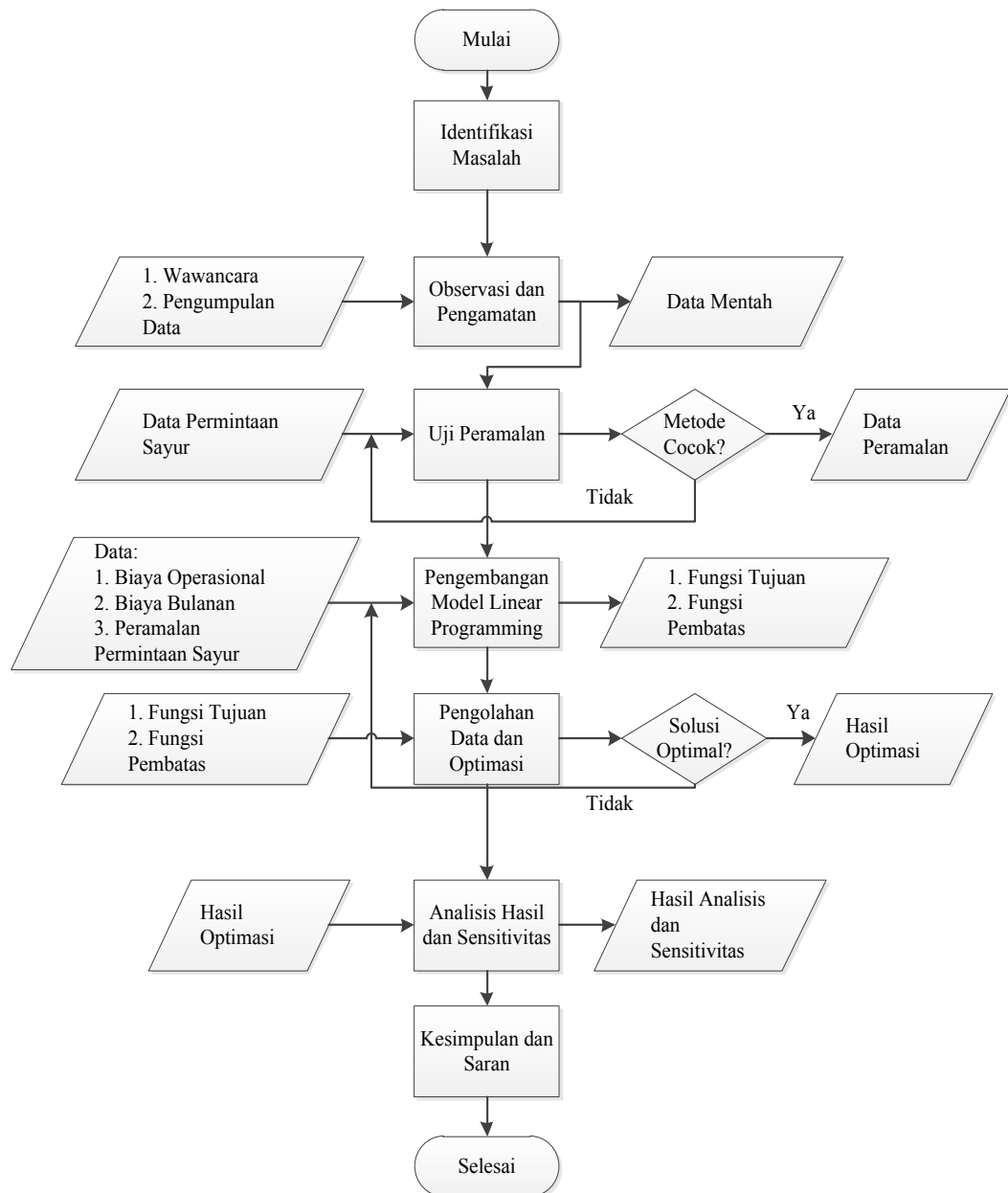
Hasil yang didapat dari perangkat lunak Lingo 11.0 berupa angka-angka yang dapat dinasis dan diterjemahkan kedalam bentuk yang lebih mudah dimengerti sesuai dengan kode-kode yang telah ditetapkan sebelumnya. Output dari Lingo 11.0 berupa komposisi kuantitas setiap sayur yang disarankan ditanam untuk setiap minggunya terhitung mulai April 2016 dengan tujuan meminimalkan biaya biaya

yang dikeluarkan, yang disesuaikan dengan jumlah permintaan dari hasil peramalan sebelumnya. Selain itu dilakukan juga analisis sensitivitas ntuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan parameter terhadap solusi optimal.

### **1.2.2 Kesimpulan dan Saran**

Dari proses analisis hasil yang sudah didapat bisa ditarik suatu kesimpulan berupa berapa jumlah benih yang cocok setiap sayurnya yang ditanam untuk produksi tanaman hidroponik periode selanjutnya sehingga dapat meminimalkan biaya-biaya yang dikeluarkan dengan memenuhi segala jenis permintaan atau *demand* dari customer yang ada. Adapun kesimpulan dan saran dari penelitian ini bisa menjadi referensi strategi PT.Pentario Liberia Persada dalam menentukan atribut atribut apa saja yang terkait cost yang diperlukan untuk setiap akan memulai proses produksi sayuran.

### 1.3 Tahapan Penelitian



**Gambar 1.1 Diagram Alir Metode Penelitian**



---

---

*Halama ini Sengaja Dikosongkan*

---

---

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bagian pengolahan data dan pembahasan ini akan dijabarkan mengenai profil dan sejarah perusahaan, data-data yang digunakan, cara mengolah serta analisis yang didapatkan.

#### **1.1 Pengumpulan data**

##### **1.1.1 PT.Pentario Liberia Persada**

###### **A. Sejarah Perusahaan**

PT.Pentario Liberia Persada atau yang lebih dikenal dengan nama “Kebun Sayur Surabaya” merupakan industri tanam hidroponik pertama dan satu –satunya di Surabaya saat ini. Berdiri pada 2013 dibawah pimpinan Bpk .Venta Agustri, PT.Pentario berhasil menjadi salah satu kiblat perkebunan hidroponik di Indonesia khususnya Jawa Timur. Perusahaan ini memiliki 3 kebun utama di Surabaya yaitu untuk wilayah Ketintang sebagai pusatnya, kemudian ada di MERR dan di Wage Surabaya. Semua kebun terebut memiliki karakteristik dan luas lahan yang berbeda beda sehingga tanaman yang ditanam pun tidak sepenuhnya sama, namun baik kebun MERR maupun Wage memiliki keterkaitan dengan kebun di Ketintang karena kedua kebun tersebut harus memasok hasil sayur mereka ke kebun Ketintang yang kemudian akan di distribusikan ke *costumer*.

###### **B. Bidang Usaha PT.Pentario Liberia Persada**

PT.Pentario Liberia Persada merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan dan produksi tanaman Hidroponik khususnya sayur. Perusahaan ini juga sudah mengembangkan bisnsi lainnya diantaranya design dan pembuatan rak tanam hidroponik, pelatihan dan seminar hidroponik serta penjualan bibit dan benih tanaman hidroponik.

### C. Struktur Organisasi PT.Pentario Liberia Persada

PT.Pentario Liberia Persada yang memiliki 3 kebun mempunyai 1 orang Direktur yang merupakan pendiri yaitu Bpk.Venta sendiri dan kemudian di setiap kebun terdapat Manager kebun yang bertanggung jawab penuh terhadap supply chain dan segala proses yang ada di kebun mulai dari proses penerimaan barang dari supplier, operasional pembibitan hingga produksi, kemudian penjualan ke *costumer* yang ada. Manager sangat berperan besar dalam upaya meningkatkan profit untuk setiap kebun. Kemudian di setiap kebun terdapat satu orang admin yang memiliki tugas khusus untuk melakukan pengumpulan dan analisa data dari setiap proses sehari harinya mulai dari data supplier, data kostumer, data stock in-out, data karyawan kebun, data lembur, hingga data penggajian karyawan. Masing masing kebun memiliki pelaksana yang memiliki peran penting dalam seluruh proses pembibitan,perawatan serta panen tanaman hidroponik dan juga bertanggungjawab dalam hal kebersihan tandon dan talang yang menjadi wadah utama dari tanaman hidroponik.



**Gambar 1.1 Sturktur Organisasi PT.Pentario Liberia Persada**

#### 1.1.2 Harga Beli dan Jual Tanaman Hidroponik

Benih tanaman yang dibutuhkan oleh PT.Pentario Liberia Persada yang digunakan dalam penelitian ini ada 8 jenis benih yang sebagian besar adalah selada.

Semua benih yang digunakan oleh perusahaan adalah benih import dikarenakan metode hidroponik sendiri dipopulerkan oleh negara negara seperti jepang dan Australia. Adapun jenis benih dan harganya adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.1 Tabel Harga Beli dan Jual Sayur**

<b>Jenis Benih sayur</b>	<b>Harga Beli (per satuan Kg)</b>	<b>Harga Jual (per satuan Kg)</b>
<b>Endive</b>	Rp 4.000,-	Rp 55.000,-
<b>Butterhead</b>	Rp 5.000,-	Rp 55.000,-
<b>Romaine</b>	Rp 4.000,-	Rp 50.000,-
<b>Basil</b>	Rp 6.000,-	Rp 60.000,-
<b>Green Oak</b>	Rp 4.000,-	Rp 50.000,-
<b>Red Oak</b>	Rp 4.000,-	Rp 50.000,-
<b>Green Leaf</b>	Rp 4.000,-	Rp 50.000,-
<b>Red Leaf</b>	Rp 4.000,-	Rp 50.000,-

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa 1 Kg sayuran hidroponik memiliki kuantitas sebanyak 10 ikat sayuran, dikarenakan jenisnya yang hampir seluruhnya selada maka semua sayur dianggap memiliki bobot yang sama. Perlu diketahui bahwa harga beli tanaman tersebut dikonversi ke harga penjualan 1 Kg tanaman dimana 1 Kg sayur hidroponik yang diasumsikan berjumlah 10 ikat tersebut memiliki harga beli 10 benih sayur.

### **1.1.3 Komponen Biaya Operasional**

Biaya operasional adalah semua biaya yang dikeluarkan dalam budidaya tanaman hidroponik ini. Dalam penelitian ini banyak peralatan yang digunakan dan dihitung biaya penggunaanya yang dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1.2 Tabel Biaya Operasional**

Jenis Alat	Harga beli (Cost)	Satuan Harga	Lama Pemakaian
<b>Rockwoll</b>	Rp 3.000,-	Per Kg Sayur	4 Minggu
<b>Pipa Talang</b>	Rp 7.000.000,-	Per 2 Kebun	Selamanya
<b>Paranet</b>	Rp 5.000.000,-	Pe 2 Kebun	Selamanya

Sesuai tabel diatas, untuk peralatan Rockwoll memiliki satuan harga per Kg sayuran sesuai dengan yang dijelaskan sebelumnya bahwa asumsi 1 Kg sayuran adalah 10 ikat sayur / 10 benih sayur dimana untuk pipa talangnya sendiri memiliki kapasitas 10 lubang benih untuk setiap satuan pipanya.

#### 1.1.4 Komponen Biaya Bulanan

Biaya Bulanan adalah biaya yang harus dikeluarkan perusahaan setiap bulannya dalam budidaya sayuran hidroponik. Adapun yang dimaksud biaya bulanan disini adalah biaya upah tenaga kerja, biaya air serta listrik, dan juga nutrisi serta sprayer. Adapun detail dari biaya tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1.3Tabel Biaya Bulanan**

Jenis biaya	Biaya yang dikeluarkan tiap bulan
<b>Upah tenaga kerja</b>	@ Rp 1.200.000,-
<b>Biaya Air</b>	Rp 1.200.000,-
<b>Biaya Listrik</b>	Rp 1.000,000,-
<b>Sprayer hama</b>	Rp 100.000,-
<b>Nutrisi A</b>	Rp 200.000,-
<b>Nutrisi B</b>	Rp 200.000,-

Seperti yang sudah dijelaskan di profil perusahaan, tenaga kerja operasional kebun yang dimiliki oleh PT.Pentario Liberia Persada berjumlah 7 orang dengan konsumsi air serta listrik tiap kebun diasumsikan sama dan flat tiap bulannya dikarenakan rata rata untuk pemakaian perbulannya mendekati angka tersebut. Kemudian untuk Sprayer hama, Nutrisi A dan Nutrisi B memiliki perlakuan yang sama untuk setiap lahannya / kebunnya sehingga disini setiap kebun hanya memerlukan satu jenis peralatan tersebut sesuai dengan periode yang ditentukan.

#### 1.1.5 Komponen Ketersediaan Lahan

Lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lahan yang berada di wilayah Ketintang dan Wage dimana untuk setiap kebunnya memiliki perbedaan luas lahan dan kapasitas produksi seperti yang bisa dilihat di tabel berikut :

**Tabel 1.4 Tabel Ketersediaan Lahan**

Lokasi Kebun	Total Pipa	Kapasitas Produksi
<b>Ketintang</b>	650 Pipa Talang	$\pm 650$ Kg
<b>Wage</b>	1000 Pipa Talang	$\pm 1000$ Kg

Data diatas merupakan data pipa talang aktif yang digunakan di setiap kebun. Dalam penelitian ini diasumsikan pipa talang merupakan luas lahan yang dipakai karena budidaya tanaman hidroponik sendiri menggunakan media pipa talang untuk bertumbuh dan berkembang. Dengan kapasitas produksi masing masing kebun seperti yang sudah diketahui, PT.Pentario Liberia Persada mampu menghasilkan maksimal  $\pm 1650$  Kg sayuran namun itu semua tetap bergantung kepada jumlah permintaan yang ada terhadap jenis sayur tertentu. Dalam penentuan pipa talang sendiri terdapat sebuah kondisi dimana satu pipa talang yang terdiri dari 10 lubang untuk kapasitas 1kg sayur hanya bisa diisi oleh satu jenis tanaman saja dengan kata lain untuk setiap pipanya tidak diperbolehkan ditanamkan jenis tanaman mix atau heterogen.

### 1.1.6 Komponen Ketersediaan Benih

Ketersediaan benih yang diambil dari pemasok / *supplier* memiliki batas maksimum untuk setiap bulannya. Dikarenakan faktor impor dari Negara luar dan juga umur perusahaan yang masih belum lama / belum profesional, PT.Pentario Liberia Persada diberi jatah setiap bulannya dalam membeli benih sayur sayuran tersebut diantaranya sebagai berikut :

**Tabel 1.5 Tabel Kapasitas Pemasok Sayur**

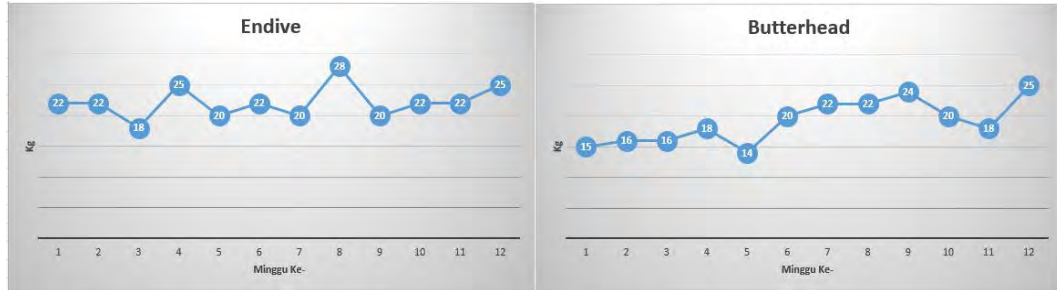
Jenis Sayur	Kapasitas Pemasok (Kg/minggu)
<b>Endive</b>	25
<b>Butterhead</b>	25
<b>Romaine</b>	30
<b>Basil</b>	20
<b>Green Oak</b>	30
<b>Red Oak</b>	30
<b>Green Leaf</b>	25
<b>Red Leaf</b>	25

Adapun data pemasok / *supplier* yang digunakan oleh perusahaan diasumsikan sama atau hanya 1 pemasok sehingga total benih yang bisa dibeli oleh perusahaan adalah sebanyak  $\pm$  200 Kg jenis benih sayur setiap minggunya.

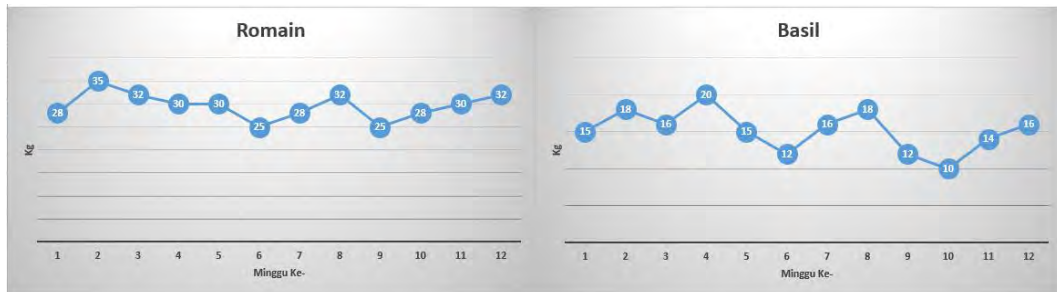
### 1.2 Peramalan Permintaan Sayur

Peramalan dilakukan untuk menentukan jenis sayur tertentu yang akan ditanam pada media pipa tertentu sehingga dalam hal ini perencanaan penanaman dan lahan sangat dipengaruhi oleh hasil peramalan permintaan yang ada. Adapun data yang didapat adalah data permintaan sayur periode bulan Januari – Maret yang di ambil tiap minggunya sehingga ada total 12 minggu data untuk setiap jenis

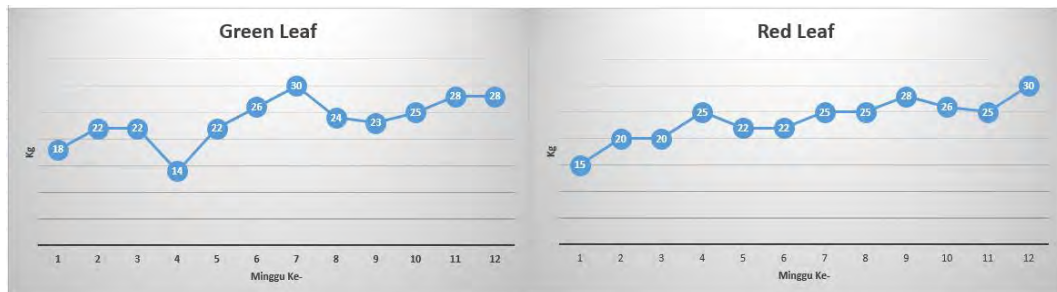
sayurnya. Data permintaan selama bulan tersebut untuk setiap jenis sayurnya dapat dilihat pada gambar grafik berikut :



**Gambar 1.2 Grafik Trend Permintaan Sayur Endive dan Butterhead**



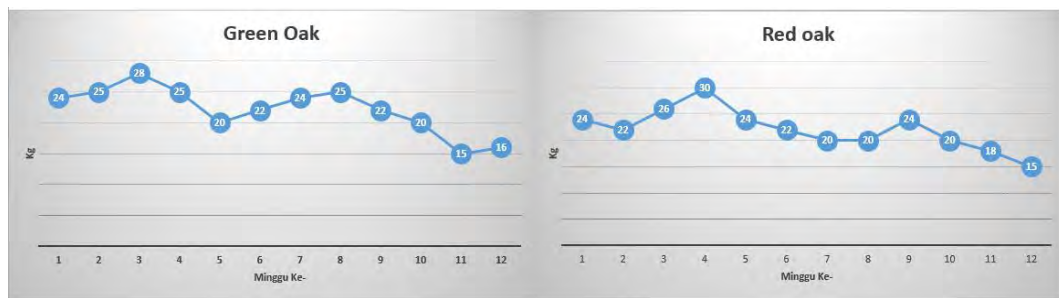
**Gambar 1.3 Grafik Trend Perminaan Sayur Romaine dan Basil**



**Gambar 1.4 Grafik Trend Perminaan Sayur Green Leaf dan Red Leaf**

Dari ke 6 sayur diatas, dapat dilihat bahwa setiap sayur memiliki trend permintaan yang naik terhitung dari awal minggu hingga di akhir minggu. Namun untuk sayur Romaine dan Basil masih memiliki trend data yang datar, tidak terlalu naik dan tidak terlalu turun pula.





**Gambar 1.5 Grafik Trend Perminaan Sayur Green Oak dan Red Oak**

Berbeda dengan 6 jenis sayurnya, untuk Green oak dan Red oak memiliki data tren permintaan menurun. Terlihat dari minggu pertama dimana kedua sayur memiliki data yang cukup tinggi dibandingkan dengan data di minggu terakhir yang mana ini berarti sayur jenis Green oak dan Red oak masih kalah bersaing dibandingkan dengan Green leaf dan Red leaf di perusahaan ini. Melihat dari data tersebut digunakan metode peramalan dengan pemulusan (*exponential smoothing*) karena metode ini paling cocok untuk dipergunakan dengan model data tren. Akan dilakukan pengujian dengan menggunakan 2 metode pemulusan yaitu *single exponential smoothing* dengan menggunakan variabel  $\alpha$  dan dengan menggunakan *double exponential smoothing with trend* yang menggunakan variabel  $\alpha$  dan  $\beta$ . Karena dari data tersebut terdapat naik dan turun, tentu saja penentuan  $\alpha$  dan  $\beta$  juga berbeda beda untuk tiap permintaan sayur. Penentuan nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  dilakukan berdasarkan *Experimental Judgement* dimana nilai tersebut didapat dari penelitian penelitian sebelumnya dan dibandingkan serta dipilih yang paling cocok dengan penelitian ini. Digunakan software Minitab 17 untuk pengolahan data peramalan dengan hasil pada tabel 4.14 adalah hasil keluaran terbaik dari tiap metode peramalan. Berikut adalah perbandingan data hasil peramalan untuk setiap tanaman dan setiap metode peramalan :

**Tabel 1.6 Tabel Perbandingan Peramalan Endive**

Data Minggu ke-	Endive (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	22	13	22	22	21	21
2	22	14	22	22	22	22
3	18	15	21	21	21	21
4	25	16	22	22	22	22
5	20	17	21	21	22	22
6	22	18	22	22	22	22
7	20	19	21	21	21	22
8	28	20	22	23	23	23
9	20	21	22	22	23	23
10	22	22	22	22	23	23
11	22	23	22	22	23	23
12	25	24	22	23	23	23
MAPE			14,256	9,400	10,142	11,312

**Tabel 1.7 Tabel Perbandingan Peramalan Butterhead**

Data Minggu ke-	Butterhead (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	15	13	16	16	15	15
2	16	14	16	16	16	16
3	16	15	16	16	16	16
4	18	16	16	17	17	17
5	14	17	16	16	17	17
6	20	18	17	17	18	18
7	22	19	17	18	20	19
8	22	20	18	19	21	21
9	24	21	18	20	22	23
10	20	22	18	20	23	24
11	18	23	18	20	22	22
12	25	24	19	21	23	23
MAPE			14,256	13,071	11,362	12,949

**Tabel 1.8 Tabel Perbandingan Peramalan Romaine**

Data Minggu ke-	Romaine (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	28	13	30	30	30	30
2	35	14	31	30	31	31
3	32	15	31	30	32	31
4	30	16	31	30	32	31
5	30	17	31	30	31	31
6	25	18	29	30	29	30
7	28	19	29	30	28	29
8	32	20	30	30	28	29
9	25	21	29	29	27	28
10	28	22	28	29	27	28
11	30	23	29	29	27	28
12	32	24	30	30	29	28
MAPE			8,434	8,814	9,347	10,644

**Tabel 1.9 Tabel Perbandingan Peramalan Basil**

Data Minggu ke-	Basil (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	28	13	16	16	17	16
2	35	14	16	16	17	16
3	32	15	16	16	16	16
4	30	16	16	17	17	17
5	30	17	16	17	16	17
6	25	18	16	15	15	15
7	28	19	16	16	15	15
8	32	20	16	16	15	15
9	25	21	16	15	15	14
10	28	22	15	14	13	13
11	30	23	15	14	13	12
12	32	24	15	14	13	13
MAPE			16,875	17,525	17,914	21,686

**Tabel 1.10 Tabel Perbandingan Peramalan Green Oak**

Data Minggu ke-	Green Oak (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	24	13	24	24	26	26
2	25	14	24	24	25	25
3	28	15	24	25	25	25
4	25	16	25	25	24	25
5	20	17	24	24	23	23
6	22	18	24	23	22	22
7	24	19	24	24	22	22
8	25	20	24	24	22	22
9	22	21	24	23	21	23
10	20	22	23	23	21	22
11	15	23	23	21	19	20
12	16	24	22	20	18	17
MAPE			15,205	13,950	11,119	12,690

**Tabel 1.11 Tabel Perbandingan Peramalan Red Oak**

Data Minggu ke-	Red Oak (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	24	13	24	24	26	26
2	25	14	24	24	25	25
3	28	15	24	25	25	25
4	25	16	25	25	24	25
5	20	17	24	24	23	23
6	22	18	24	23	22	22
7	24	19	24	24	22	22
8	25	20	24	24	22	22
9	22	21	24	23	21	23
10	20	22	23	23	21	22
11	15	23	23	21	19	20
12	16	24	22	20	18	17
MAPE			16,983	15,662	11,276	13,494

**Tabel 1.12 Tabel Perbandingan Peramalan Green Leaf**

Data Minggu ke-	Green Leaf(Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	18	13	20	20	19	19
2	22	14	21	21	20	20
3	22	15	21	21	21	22
4	14	16	20	19	21	20
5	22	17	20	20	21	20
6	26	18	21	21	23	22
7	30	19	22	24	25	25
8	24	20	22	24	26	27
9	23	21	22	23	26	27
10	25	22	22	24	26	27
11	28	23	23	25	27	27
12	28	24	23	26	28	28
MAPE			16,866	15,131	13,062	16,150

**Tabel 1.13 Tabel Perbandingan Peramalan Red Leaf**

Data Minggu ke-	Red Leaf (Kg)	Peramalan Minggu ke-	SES		DES	
			$\alpha: 0,1$	$\alpha: 0,25$	$\alpha: 0,2$ $\beta: 0,3$	$\alpha: 0,3$ $\beta: 0,7$
1	15	13	20	19	19	19
2	20	14	20	19	20	20
3	20	15	20	20	21	22
4	25	16	21	21	21	20
5	22	17	21	21	21	20
6	22	18	21	21	23	22
7	25	19	21	22	25	25
8	25	20	22	23	26	27
9	28	21	22	24	26	27
10	26	22	23	25	26	27
11	25	23	23	25	27	27
12	30	24	24	26	28	28
MAPE			14,390	11,937	13,062	16,150

Mengacu pada hasil peramalan yang dilakukan dengan software Minitab , didapatkan beberapa keluarann dengan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang berbeda beda. Pemilihan hasil peramalan didasarkan pada nilai MAD,MAPE dan MSE yang terkecil dan pada penelitian ini digunakan nilai MAPE sebagai acuan untuk mengindikasi *error* antara hasil peramalan yang dibandingkan dengan nilai nyata. Semakin kecil nilai MAPE dari hasil peramalan pada sayur maka tingkat akurasi data peramalan tersebut akan semakin mendekati data nyata dan data tersebut yang digunakan dalam penelitian ini.

**Tabel 4. 1 Tabel Hasil Peramalan Permintaan Sayur Hidroponik**

<b>Weeks</b>	<b>Endive</b>	<b>Butterhead</b>	<b>Romaine</b>	<b>Basil</b>	<b>Green Oak</b>	<b>Red Oak</b>	<b>Green Leaf</b>	<b>Red Leaf</b>
<b>13</b>	22	15	30	16	26	26	19	19
<b>14</b>	22	16	30	16	25	25	20	19
<b>15</b>	21	16	30	16	25	25	21	20
<b>16</b>	22	17	30	16	24	24	21	21
<b>17</b>	21	17	30	16	23	23	21	21
<b>18</b>	22	18	30	16	22	22	23	21
<b>19</b>	21	20	30	16	22	22	25	22
<b>20</b>	23	21	30	16	22	22	26	23
<b>21</b>	22	22	29	16	21	21	26	24
<b>22</b>	22	23	29	15	21	21	26	25
<b>23</b>	22	22	29	15	19	19	27	25
<b>24</b>	23	23	30	15	18	18	28	26

## **BAB 5**

### **ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **2.1 Hasil Model Optimasi**

Penyelesaian model optimasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Lingo 11.0. Hasil yang didapat dari proses optimasi adalah total biaya minimal yang dibutuhkan untuk proses operasional kebun yang didukung dengan data hasil peramalan *demand*. Adapun total biaya yang dibutuhkan untuk masa bertanam selama 8 minggu / 2 bulan adalah sebesar Rp 50.019.000,- dimana untuk rinciannya dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah. *Breakdown* pada tabel 5.1 dibawah adalah komponen seluruh biaya yang masuk dalam penelitian ini di setiap kebun yaitu Ketintang dan Wage dan untuk setiap bulannya atau setiap 4 minggu masa tanam sayur yaitu periode Bulan April dan Bulan Mei. Hasil optimasi tersebut akan dibandingkan dengan keadaan *real* dari pengeluaran keuangan perusahaan pada bulan tersebut.

Adapun pola tanam pipa yang digunakan dapat pula dilihat di Lampiran A dimana semua pipa yang digunakan sudah mengalami optimasi sehingga antara pipa (K) tidak akan dapat diisi dengan jenis sayur lainnya selama masa tanam 4 minggu. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa setiap 10 benih sayur yang ditanam pada 1 pipa diasumsikan akan menghasilkan 1Kg jenis sayur tertentu dimana total pipa di kedua kebun tersebut adalah sebanyak 1650 media pipa.



**Tabel 2.1 Breakdown Optimasi Biaya Operasional PT.Pentario Liberia Persada**

Komponen Biaya	Kebun Ketintang		Kebun Wage	
	April	Mei	April	Mei
Aset cost Pipa	3.000.000		4.000.000	
Aset Cost Paragnet	2.000.000		3.000.000	
Op.Cost Gaji	6.000.000	6.000.000	2.400.000	2.400.000
Op.Cost Air	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Op.Cost Listrik	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Op.Cost Sprayer Hama	100.000	100.000	100.000	100.000
Op.Cost Nutrisi A	200.000	200.000	200.000	200.000
Op.Cost Nutrisi B	200.000	200.000	200.000	200.000
Biaya Endive (Rockwool + Benih)	609.000	623.000		
Biaya Butterhead (Rockwool + Benih)	608.000	720.000		
Biaya Romaine (Rockwool + Benih)	840.000	819.000		
Biaya Basil (Rockwool + Benih)	216.000	234.000	360.000	315.000
Biaya Green Oak (Rockwool + Benih)			665.000	749.000
Biaya Red Oak (Rockwool + Benih)			609.000	700.000
Biaya Green Leaf (Rockwool + Benih)			623.000	553.000
Biaya Red Leaf (Rockwool + Benih)			623.000	553.000
Total	Rp	27,069,000	Rp	22,950,000
Total keseluruhan Biaya				<b>Rp 50,019,000</b>

## 2.2 Analisa Sensitivitas

Dengan model yang telah dibuat dan hasil optimasi yang didapat, dilakukan suatu analisa sensitivitas atau kepekaan terhadap perubahan-perubahan satu atau lebih dari parameter-parameter yang mempengaruhi komponen biaya benih dan biaya rockwool. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui keandalan sistem/model yang telah dibuat terhadap perubahan-perubahan pembatasnya.

## 2.3 Perubahan Biaya Benih

Perubahan biaya benih tentu saja akan mempengaruhi total biaya produksi yang sudah optimal seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini dimana dalam analisa ini diberikan kenaikan dan penurunan harga benih yang menjadi sumber utama penelitian ini.

**Tabel 2.2 Pengaruh Perubahan Biaya Benih Terhadap Biaya Optimal**

<b>Perubahan Biaya Benih</b>	<b>Solusi Optimal</b>		<b>Perubahan biaya</b>		<b>Persentase perubahan</b>
<b>5%</b>	Rp	50,325,600.00	Rp	306,600.00	0.6%
<b>10%</b>	Rp	50,632,200.00	Rp	613,200.00	1.2%
<b>20%</b>	Rp	50,245,400.00	Rp	1,226,400.00	2.5%
<b>-5%</b>	Rp	49,712,400.00	-Rp	306,600.00	-0.6%
<b>-10%</b>	Rp	49,405,800.00	-Rp	613,200.00	-1.2%

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa disaat harga benih mengalami penurunan 10%, solusi optimal dari total biaya turun hingga 1,2 % sedangkan saat harga biaya benih naik sebesar 20 % , solusi optimal naik sebanyak 2,5 %. Hal ini berarti perusahaan harus siap dalam perubahan harga tersebut sehingga untuk proses tanam-panen sayur berikutnya bisa lebih memperhatikan keuangan perusahaan.

## 2.4 Perubahan Biaya Rockwool

Perubahan biaya rockwool menjadi poin yang paling penting juga dimana setiap sayur yang akan ditanam wajib menempati media rockwool tersebut sehingga berapapun jumlah benih yang akan ditanam harus sebanding dengan rockwool yang akan dikonsumsi. Sehingga dalam hal ini perubahan harga rockwool juga dapat menjadi referensi yang berguna bagi perusahaan.

**Tabel 2.3 Pengaruh Perubahan Biaya Rockwool Terhadap Biaya Optimal**

Perubahan Biaya Rockwool	Solusi Optimal		Perubahan biaya		Persentase perubahan
5%	Rp	50,233,350.00	Rp	214,350.00	0.4%
10%	Rp	50,447,700.00	Rp	428,700.00	0.9%
20%	Rp	50,876,400.00	Rp	857,400.00	1.7%
-5%	Rp	49,804,650.00	-Rp	214,350.00	-0.4%
-10%	Rp	49,933,260.00	-Rp	428,700.00	-0.9%

## 2.5 Perubahan Demand

Hasil optimal dari permodelan juga diuji untuk beberapa perubahan permintaan sayur / *demand* dimana permintaan akan dikurangi dan ditambahkan sedemikian rupa sehingga ditemukan berapa banyak perubahan biayanya.

**Tabel 2.4 Pengaruh Perubahan *Demand* Terhadap Biaya Optimal**

Perubahan <i>Demand</i>	Solusi Optimal		Perubahan biaya		Persentase perubahan
5%	Rp	50,491,000.00	Rp	472,000.00	0.9%
10%	Rp	50,963,000.00	Rp	944,000.00	1.9%
15%	INFEASIBLE		-		-
-5%	Rp	49,561,000.00	-Rp	458,000.00	-0.9%
-10%	Rp	49,089,000.00	-Rp	930,000.00	-1.9%

Dari tabel 5.4 diatas dapat dilihat bahwa permintaan bisa mengalami kenaikan sampai nilai 10% dimana perubahan biaya yang harus dikeluarkan mencapai angka Rp 944.000,- . Namun untuk angka kenaikan *demand* sebesar 15% solusi optimal tidak ditemukan atau dihasilkan. Hal ini dikarenakan total pipa yang ada pada perusahaan tidak mampu menampung perubahan *demand* sebesar itu dimana secara perhitungan, perusahaan harus menambah setidaknya 21 Pipa sebagai media tanam jika ingin memenuhi kenaikan *demand* sebesar itu. Adapun syarat untuk kenaikan *demand* 10% harus diikuti dengan penambahan jumlah stok dari pemasok / *supplier* untuk pemenuhan *demand* sejumlah itu.

## 2.6 Pembahasan

Berdasarkan pada tabel 5.1 diketahui bahwa setiap kebun memiliki nominal yang berbeda untuk biaya benih sayurnya dimana untuk Kebun Ketintang memiliki pengeluaran sebesar Rp 4.669.000,- dan Kebun Wage sendiri sebesar Rp 5.750.000,-. Hal ini dikarenakan perbedaan luas lahan dan jumlah pipa untuk kedua lokasi dimana kebun Wage memiliki kapasitas kebun lebih besar dibandingkan dengan Ketintang yang sebanding dengan nominal asset dimana asset Kebun Wage lebih besar dibandingkan dengan asset Kebun Ketintang. Namun dari segi biaya operasional kebun Ketintang mengeluarkan biaya yang lebih besar yaitu Rp 8.700.000 setiap bulannya dibandingkan dengan Kebun Wage yang memiliki pengeluaran operasional sebesar Rp 5.100.000,- setiap bulannya, tentu saja hal ini dipengaruhi oleh faktor tenaga kerja yang ada di setiap kebun. Hasil pengeluaran tersebut sudah mengalami optimasi yang minimum dimana dari data yang sudah didapat pada periode April dan Mei, perusahaan memiliki pengeluaran yang lebih besar dibandingkan dengan hasil optimasi tersebut.

### 2.6.1 Validasi Data

Pengeluaran yang dibandingkan adalah sesuai dengan apa yang menjadi fokus penelitian yaitu biaya benih dan rockwool, biaya operasional dan biaya aset yang memiliki nominal yang sama. Tabel 5.5 berikut yang merupakan *breakdown* biaya pembanding dari kondisi perusahaan sekarang menunjukkan perbedaan harga di gaji karyawan di Kebun Wage dan benih yang ditanam. Hal ini terjadi karena faktor lembur dari karyawan dimana lembur tersebut diakibatkan perusahaan mengalami kelebihan untuk setiap produknya. Pihak perusahaan dan pengelola kebun memiliki pola tanam dimana benih yang ditanam memiliki trend harus bernilai genap untuk memudahkan pemetaan sayur dan pipa. Namun hal ini sangat berbanding terbalik dengan jumlah permintaan yang bahkan sama sekali tidak ada yang bulat sehingga kelebihan jenis sayur bisa dipastikan akan selalu ada.

**Tabel 2.5 Breakdown Biaya Operasional real PT.Pentario Liberia Persada**

Komponen Biaya	Kebun Ketintang		Kebun Wage	
	April	Mei	April	Mei
Aset cost Pipa	3.000.000		4.000.000	
Aset Cost Paragnet	2.000.000		3.000.000	
Op.Cost Gaji	6.000.000	6.000.000	3.000.000	3.000.000
Op.Cost Air	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Op.Cost Listrik	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Op.Cost Sprayer Hama	100.000	100.000	100.000	100.000
Op.Cost Nutrisi A	200.000	200.000	200.000	200.000
Op.Cost Nutrisi B	200.000	200.000	200.000	200.000
Biaya Endive (Rockwoll + Benih)	700.000	840.000		
Biaya Butterhead (Rockwoll + Benih)	720.000	800.000		
Biaya Romaine (Rockwoll + Benih)	840.000	840.000		
Biaya Basil (Rockwoll + Benih)	270.000	360.000	360.000	450.000
Biaya Green Oak (Rockwoll + Benih)			700.000	840.000
Biaya Red Oak (Rockwoll + Benih)			630.000	840.000
Biaya Green Leaf (Rockwoll + Benih)			630.000	700.000
Biaya Red Leaf (Rockwoll + Benih)			630.000	700.000
Total	Rp	27,770,000	Rp	24,880,000
Total keseluruhan Biaya			<b>Rp</b>	<b>52,650,000</b>

Tentu saja hal tersebut mempengaruhi tata peletakan sayur di pipa pipa yang ada sehingga seringkali pekerja yang ada mengambil jatah lembur untuk segera memanen jenis sayur yang sudah mendekati masa panen dan secepat mungkin menaruh benih baru di media pipa tersebut. Dengan dilakukan optimasi, pekerja tidak harus lembur dikarenakan pipa dan permintaan sayur yang ada sudah di sinkronisasi sehingga masa panenpun tetap dilakukan di minggu ke 5 dimana dalam hal ini produk tidak mengalami percepatan ataupun perlambatan yang seringkali mengakibatkan sayur kerdil. Mengacu pada kondisi diatas maka dengan menggunakan optimasi penanaman dapat mereduksi biaya sebanyak 5 % dari biaya operasional real PT.Pentario Liberia Persada.

Peletakan posisi semua jenis sayur yang dipengaruhi *demand* mengalami optimasi dengan memperhatikan kebun dan juga jumlah pipa yang ada dan melalui metode ini bisa di petakan sayur jenis tertentu dengan *demand* tertentu yang ditanam di pipa dan kebun yang sudah di optimasi sehingga kasus kelebihan dan kekurangan jenis sayur dapat di minimalisasi.

**Tabel 2.6 Tabel Perbandingan Permintaan Sayur**

Jenis Sayur	Demand Real	Tanam Real	% Error	Tanam Optimasi	% Error
Endive	195	220	-13%	176	10%
Butterhead	175	190	-9%	166	5%
Romaine	230	240	-4%	237	-3%
Basil	137	160	-17%	125	9%
Green Oak	205	220	-7%	202	1%
Red Oak	198	210	-6%	187	6%
Green Leaf	180	190	-6%	168	7%
Red Leaf	175	190	-9%	168	4%

Dari tabel 5.6 diatas terbukti pola peramalan yang digunakan lebih mendekati dengan hasil realita permintaan pasar sayur pada bulan April dan Mei 2016. Pengeluaran perusahaan terkait benih yang ditanam pun masih memiliki *error* yang lebih besar terhadap permintaan pasar yang ada dibandingkan dengan *error* hasil optimasi yang lebih mendekati hasil real permintaan sayur tersebut.

---

---

*Halama ini Sengaja Dikosongkan*

---

---

## Lampiran A

### 1. Model Pemrograman Lingo

MODEL:

!pemodelan tanam hidroponik;

SETS:

JenisSayur / J1 . . J8 / : BuyBenih, Pemasok, Rockwoll;

Minggu /T1 .. T12/: ;

Kebun /I1, I2/: CostOP, MaxProd;

Pipa /K1 . . K100/: ;

Gabung1 (Kebun, JenisSayur, Pipa, Minggu): X;

Gabung2 (JenisSayur, Minggu): SellSayur, Demand;

Gabung3 (Kebun, Pipa, Minggu): ;

ENDSETS

DATA:

Pemasok = 25 25 30 20 30 30 25 25; !KAPASITAS BELI BENIH  
dikonversi (Kg) per minggu;

BuyBenih = 4000 5000 4000 6000 4000 4000 4000 4000; !HARGA  
BENIH PER KG;

Rockwoll = 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000; !KEBUTUHAN  
ROCKWOLL PER KG;

CostMonth = 2175000 2175000 2175000 2175000 2175000 2175000  
2175000 2175000 0 0 0 0

1275000 1275000 1275000 1275000 1275000 1275000  
1275000 1275000 0 0 0 0;

!CostMonth = GAJI + NUTRISI + AIR LISTRIK + SPRAYER tiap minggu;

MaxProd = 450 450; !KEMAMPUAN MAKSIMAL PRODUKSI (15 KG \* 30)  
TIAP KEBUN;

Demand = 22 22 21 22 21 22 21 23 22 22 22 23

15 16 16 17 17 18 20 21 22 23 22 23

30 30 30 30 30 30 30 30 29 29 29 30

16 16 16 16 16 16 16 16 16 15 15 15

19 20 21 21 21 23 25 26 26 26 27 28

19 19 20 21 21 21 22 23 24 25 25 26

26 25 25 24 23 22 22 22 21 21 19 18

26 25 25 24 23 22 22 22 21 21 19 18; !demand (Kg);



```

@TEXT () = @WRITE ("Solusi optimal sayur Hidroponik
:",@NEWLINE(2));

@TEXT () = @WRITEFOR (JenisSayur(J):
    "Biaya Rockwoll sayur " ,J , " Adalah Rp. ",
@sum(Gabung1(I,J,K,T):Rockwoll(J)*X(I,J,K,T)),@NEWLINE(1));

@TEXT () = @WRITEFOR (JenisSayur(J):
    "Biaya Benih sayur " ,J , " Adalah Rp. ",
@sum(Gabung1(I,J,K,T):BuyBenih(J)*X(I,J,K,T)),@NEWLINE(1));

@TEXT () = @WRITEFOR (Gabung7(I,T)| CostMonth(I,T) #NE# 0:
    "Biaya Operasional Kebun " ,I , " Pada minggu ke ",T, "
Adalah Rp. ", CostMonth(I,T),@NEWLINE(1));

@TEXT () = @WRITEFOR (Gabung1(I,J,K,T)| X(I,J,K,T) #NE# 0:
    "Kebun ",I , " Yang ditanam sayur ",J , " Pada pipa ",K
, " Di minggu ke ",T , " Bernilai ", X(I,J,K,T) ,@NEWLINE(1));

ENDDATA

!Fungsi Tujuan;

!Biaya Rockwoll per benih + Biaya Rockwoll per benih + Biaya
Bulanan per kebun + Biaya ASET per kebun;

MIN=@sum(Gabung1(I,J,K,T):(Rockwoll(J)*X(I,J,K,T)) +
(BuyBenih(J)*X(I,J,K,T))) + (@sum(Gabung7(I,T):(CostMonth(I,T) )))
+ 12000000;

!Kendala Pembatas Pemasok;

@FOR(Gabung2(J,T):@SUM(Gabung4(I,K): x(I,J,K,T)) <= Pemasok(J));

!Kendala Pembatas Demand;

@FOR(Gabung2(J,T)| T #LT# 9:@SUM(Gabung4(I,K): X(I,J,K,T)) =
Demand(J,T+4));

!Kendala Pembatas pipa;

@FOR(Gabung3(I,K,T):@SUM(JenisSayur(J): X(I,J,K,T)) <= 1 );

!Fungsi Biner;

@FOR(Gabung1:@BIN(X));

END

```

## 2. Hasil Output Biaya Lingo

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.5001900E+08
Objective bound:                0.5001900E+08
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        2424
Elapsed runtime seconds:        2.39
```

Solusi optimal sayur Hidroponik :

```
Biaya Rockwoll sayur 1 Adalah Rp. 528000
Biaya Rockwoll sayur 2 Adalah Rp. 498000
Biaya Rockwoll sayur 3 Adalah Rp. 711000
Biaya Rockwoll sayur 4 Adalah Rp. 375000
Biaya Rockwoll sayur 5 Adalah Rp. 606000
Biaya Rockwoll sayur 6 Adalah Rp. 561000
Biaya Rockwoll sayur 7 Adalah Rp. 504000
Biaya Rockwoll sayur 8 Adalah Rp. 504000
```

```
Biaya Benih sayur 1 Adalah Rp. 704000
Biaya Benih sayur 2 Adalah Rp. 830000
Biaya Benih sayur 3 Adalah Rp. 948000
Biaya Benih sayur 4 Adalah Rp. 750000
Biaya Benih sayur 5 Adalah Rp. 808000
Biaya Benih sayur 6 Adalah Rp. 748000
Biaya Benih sayur 7 Adalah Rp. 672000
Biaya Benih sayur 8 Adalah Rp. 672000
```

```
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 1 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 2 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 3 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 4 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 5 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 6 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 7 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 1 Pada minggu ke 8 Adalah Rp. 2175000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 1 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 2 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 3 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 4 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 5 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 6 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 7 Adalah Rp. 1275000
Biaya Operasional Kebun 2 Pada minggu ke 8 Adalah Rp. 1275000
```

---

---

*Halama ini Sengaja Dikosongkan*

---

---

### 3. Peletakan Sayur Jenis Endive , J = 1 di Pipa (K)

I = 1	Pipa Ke (K)																																
T	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
1												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
2										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
3						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
5			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
7						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
8			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								

#### 4. Peletakan Sayur Jenis Butterhead , J = 2 di Pipa (K)

[illegible]

5. Peletakan Sayur Jenis Romaine, J = 3 di Pipa (K)

I = 1	Pipa Ke (K)																																			
T	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
1						3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2						3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
5			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
6			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
7						3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
8					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

6. Peletakan Sayur Jenis Basil, J = 4 di Pipa (K)

I = 1	Pipa Ke (K)										I = 2	Pipa Ke (K)											
T	92	93	94	95	96	97	98	99	100	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1						4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
2						4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3			4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
5		4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4					
6		4	4	4	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4	4						
7					4	4	4	4	4	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
8					4	4	4	4	4	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			

7. Peletakan Sayur Jenis Green Oak, J = 5 di Pipa (K)

I = 2	Pipa Ke (K)																																					
T	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38							
1						5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5												
2						5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5										
3			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5											
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5												
5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5											
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5												
7				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5							
8				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						

8. Peletakan Sayur Jenis Red Oak, J = 6 di Pipa (K)

I = 2	Pipa Ke (K)																															
T	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6												
2			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6									
3		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6									
4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6									
5		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6							
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6							
7					6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
8						6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

9. Peletakan Sayur Jenis Green Leaf, J = 7 di Pipa (K)

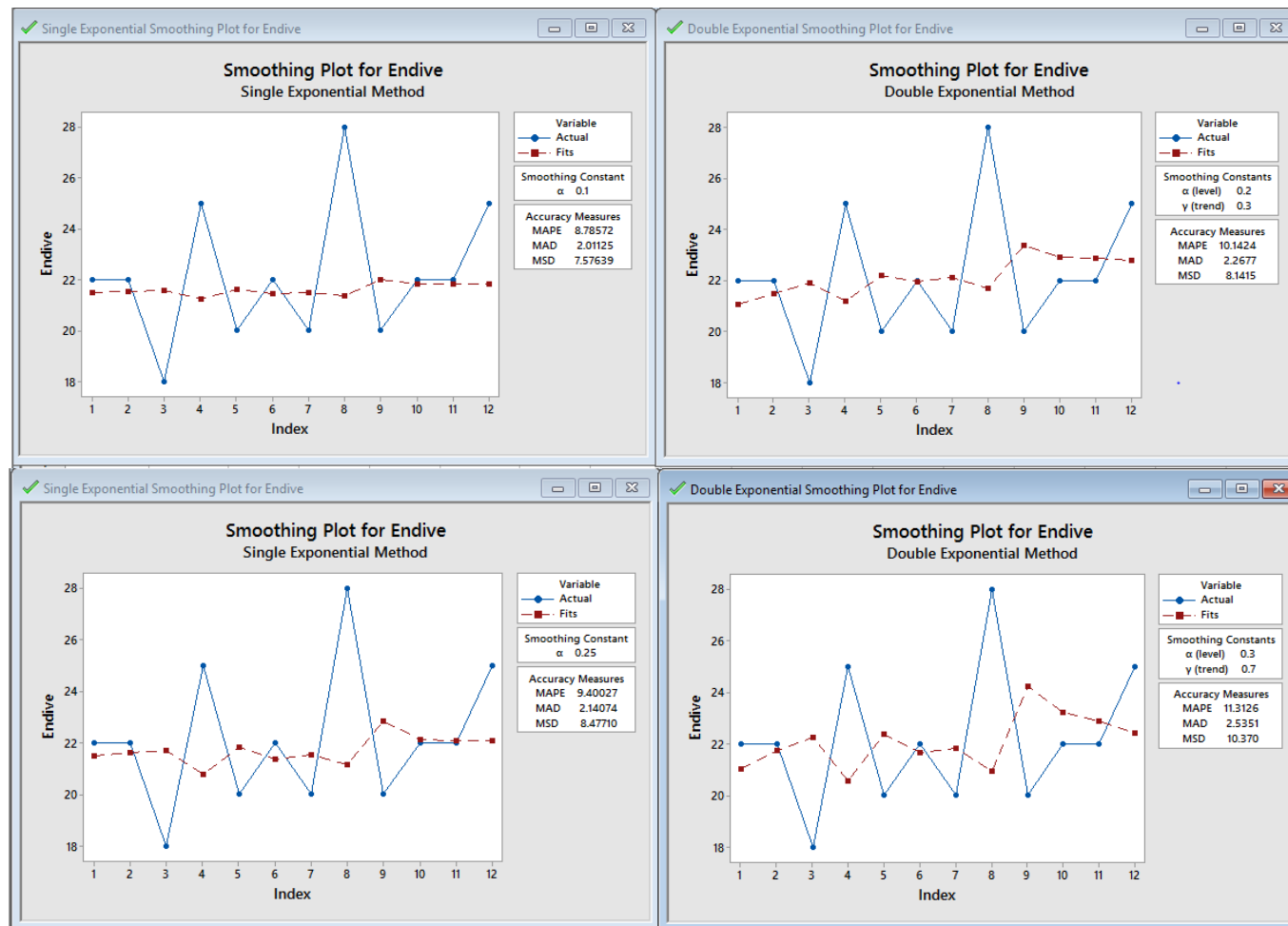
I = 2	Pipa Ke (K)																											
T	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7					
2			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
3			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
4			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
5					7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
6					7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
7									7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
8											7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

10. Peletakan Sayur Jenis Red Leaf, J = 8 di Pipa (K)

I = 2	Pipa Ke (K)																						
T	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
3		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
5			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
6			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
7					8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
8						8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

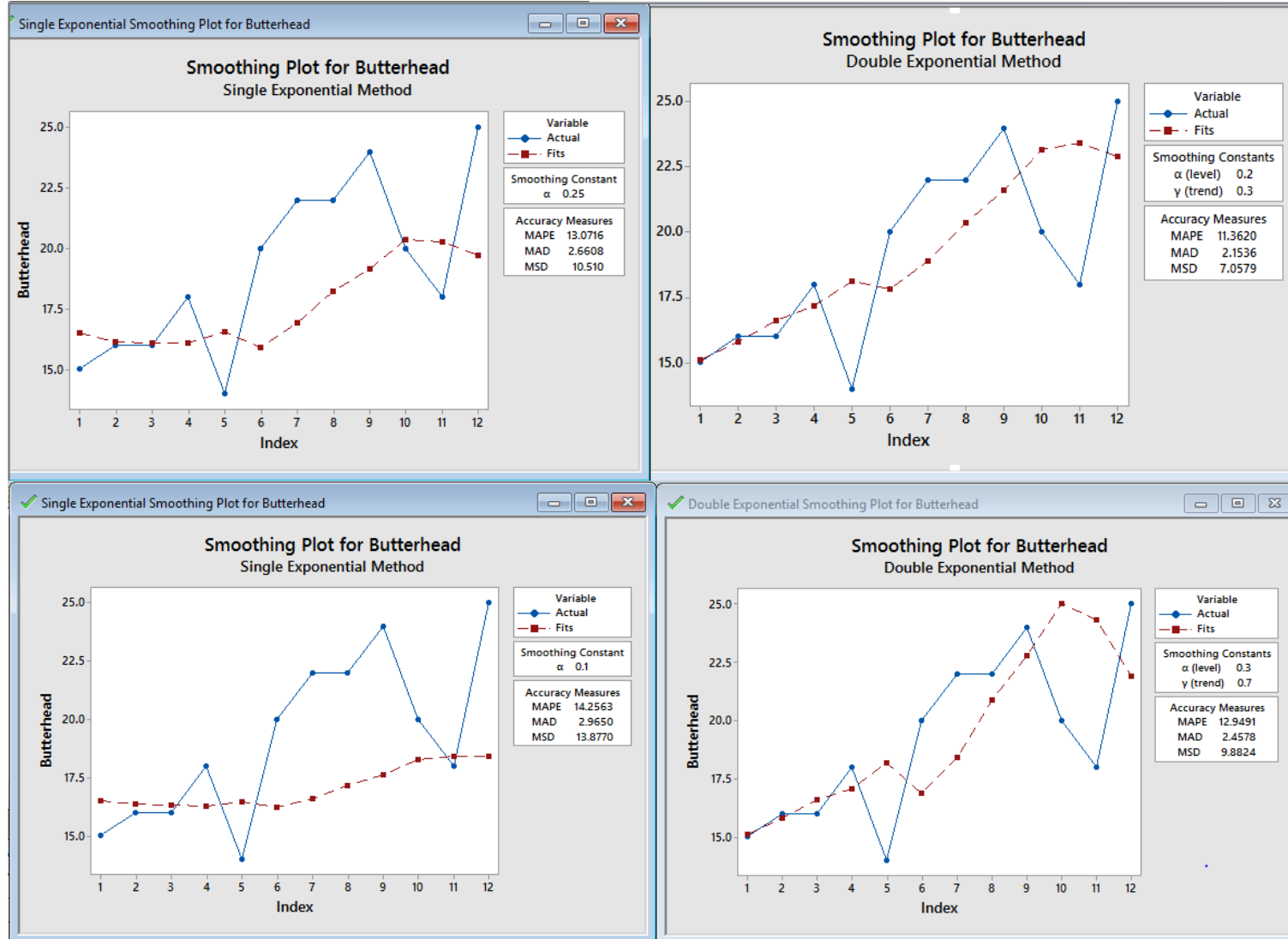
## Lampiran B

### 1. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Endive (*Single vs Smoothing exponential*)

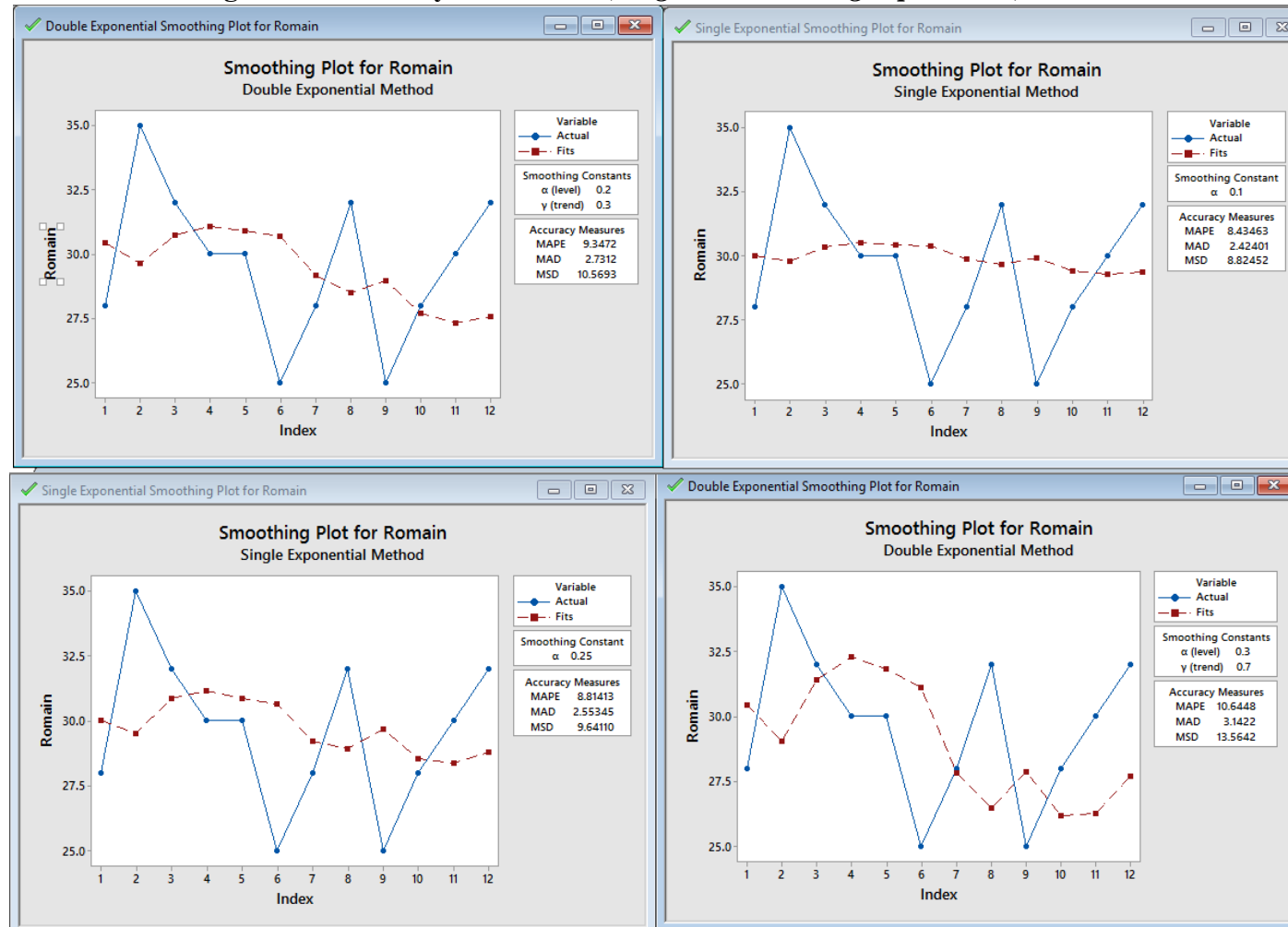




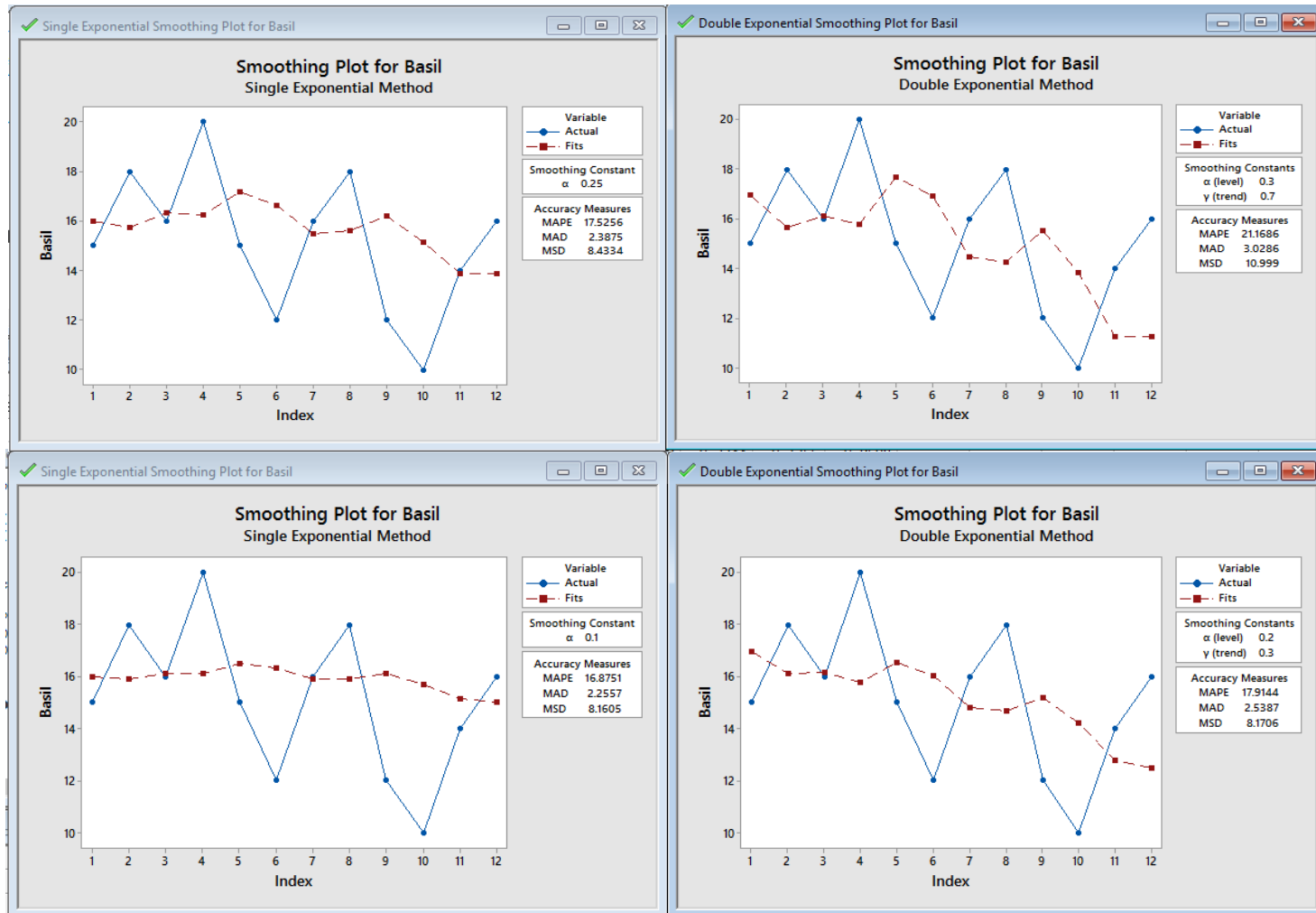
## 2. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Butterhead (Single vs Smoothing exponential)



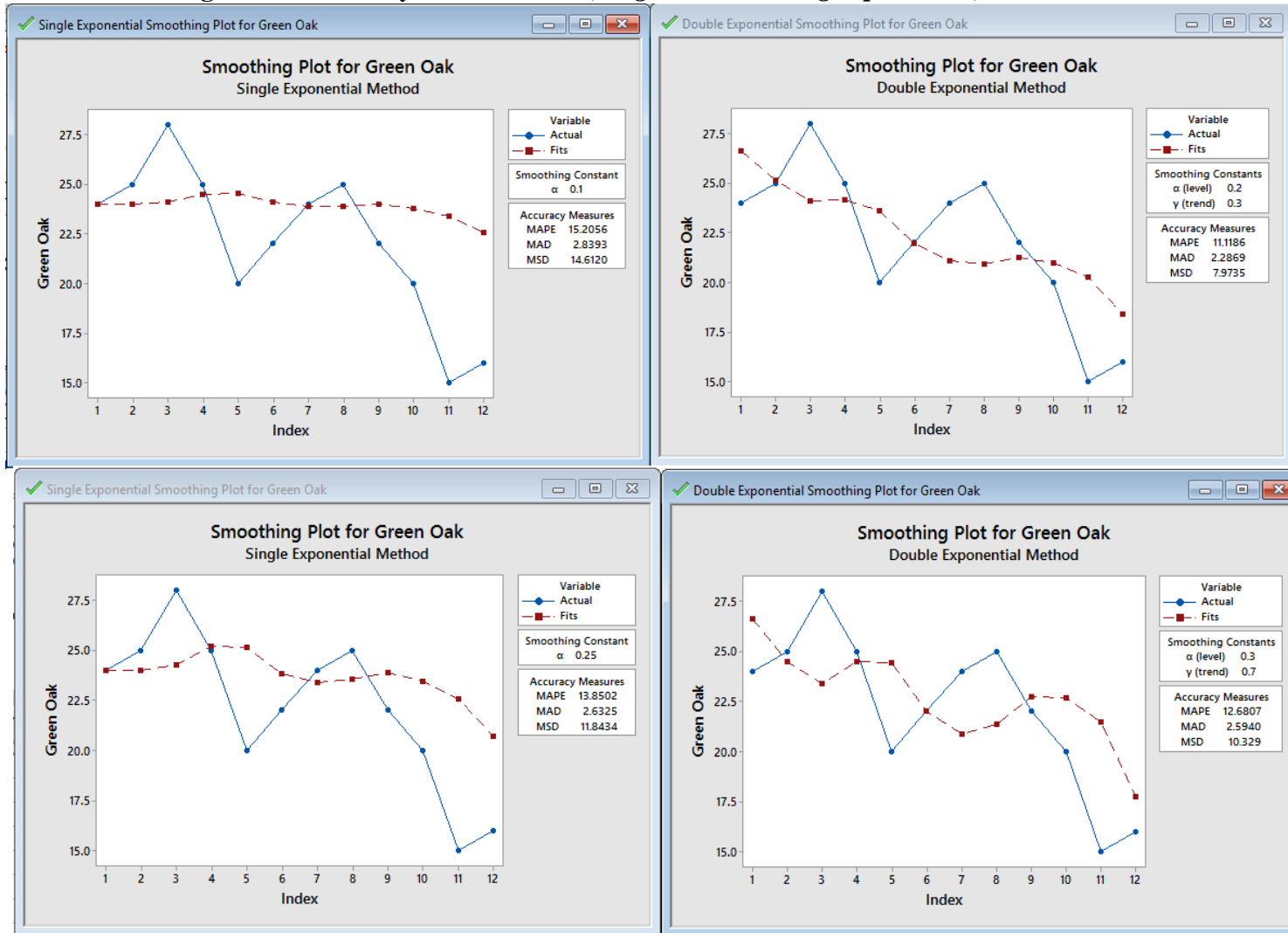
### 3. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Romaine (*Single vs Smoothing exponential*)



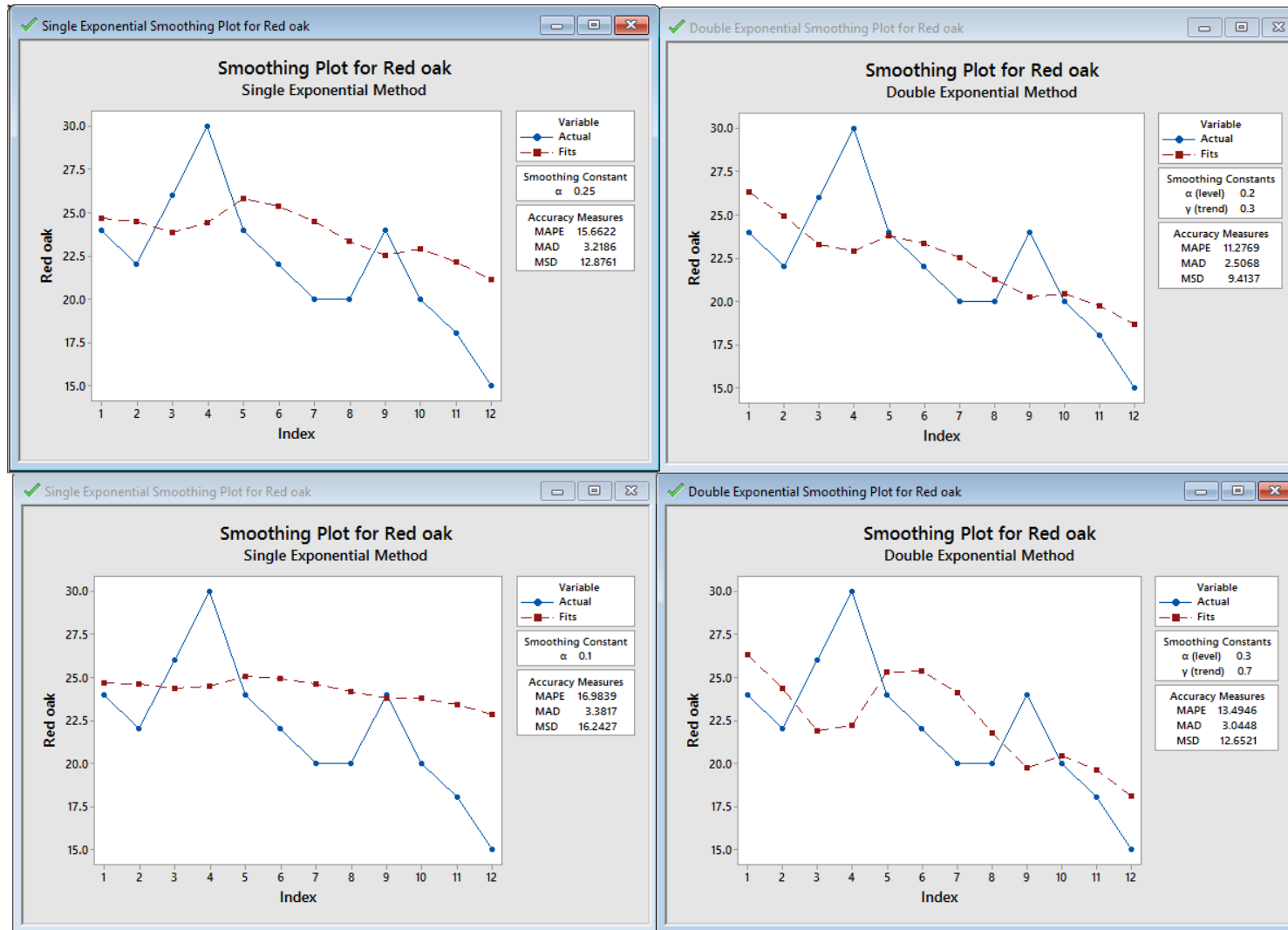
#### 4. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Basil (*Single vs Smoothing exponential*)



## 5. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Green Oak (*Single vs Smoothing exponential*)



## 6. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Red Oak (Single vs Smoothing exponential)



## 7. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Green Leaf (*Single vs Smoothing exponential*)



## 8. Hasil Forecasting Permintaan Sayur Red Leaf (*Single vs Smoothing exponential*)



## Lampiran C

### 1. Surat keterangan penelitian



PT. PENTARIO LIBERIA PERSADA

Putat Indah Timur IV No. 21-23

Surabaya - Indonesia

Telp. (031) 567 2219, Fax. (031) 827 3286 atau (031) 567 2219. HP 081234002023

No : 001/SP-PLP/I/16

Surabaya, 04 Mei 2016

Perihal : Surat Pernyataan Penelitian

Lampiran : 1 Lembar

Kepada : Yth. Ketua Program Studi  
Magister Manajemen Teknologi – ITS  
Jl. Cokroaminoto 12A, Surabaya

Bersama ini, kami pihak **PT.Pentario Liberia Persada** dengan ini menyatakan bahwa saudara yang bertanda dibawa ini :

Nama : Ardistya Wirawan

Alamat : JL.Kebonsari Baru Selatan 1/6 Surabaya

Pekerjaan : Karyawan Swasta / Mahasiswa

Telah dan sedang melakukan penelitian terkait dengan Optimasi penanaman tanaman Hidroponik di kebun yang dikelola oleh PT.Pentario Liberia Persada terhitung sejak 1 Februari 2016. Adapun data yang diambil dan dipergunakan dalam penelitian adalah data hasil interview yang dilakukan kepada karyawan kami.

Demikian pernyataan ini kami buat , terima kasih atas perhatiannya.

Surabaya, 04 Mei 2016



PT. PENTARIO LIBERIA PERSADA  
General Trading, Manufacturing and F&B Company

Mehdy Reza

Manager Operasional



---

---

*Halama ini Sengaja Dikosongkan*

---

---



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian kesimpulan dan saran akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan pada hasil yang telah didapat dari metode yang sudah digunakan serta pemberian saran yang ditujukan kepada perusahaan.

#### **17.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan metode peramalan terhadap permintaan sayur dan juga proses optimasi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode peramalan dengan pemulusan (*exponential smoothing*) mampu mereduksi *error* antara hasil peramalan dan data real permintaan sebesar 4%.
2. Biaya minimum yang dikeluarkan oleh Perusahaan dengan menggunakan metode Optimasi pola tanam dengan *mix integer linear programming* selama 2 bulan adalah sebesar Rp 50.019.000,-
3. Dengan pola tanam per jenis sayur, kenaikan *Demand* di angka 15% menyebabkan solusi yang *Infeasible* yang berarti media tanam pipa perusahaan harus ditambahkan sebanyak 21 Pipa untuk mampu memenuhi *Demand* tersebut
4. Metode optimasi berhasil mereduksi Biaya Operasional perusahaan selama bulan April dan Mei sebanyak 5 % dari kondisi real.

#### **17.2 Saran**

Untuk menyempurnakan hasil penelitian ini, maka disarankan untuk memperhitungkan :

1. Faktor penyimpanan / Inventory
2. Faktor perbedaan musim (Hujan dan Kemarau)
3. Faktor jam kerja karyawan (Operasional dan Lembur)

## DAFTAR PUSTAKA

- Hanke, John E. (2014) Guide for : Business Forecasting :9<sup>th</sup> edition. *Cram101*
- Hill, McGraw. (2009). Aczel-Sounderpandien : Complete Business Statistics 7<sup>th</sup> Edition. *Aczel-Sounderpandien*.
- Indra, Heru agus.(2014). Bertanam sayuran hidroponik ala paktani hydrofarm. *Agromedia Pustaka*
- Itoh, Takeshi. (2003). A Model of Crop Planning Under Uncertainty in Agricultural Management. *International Journal of Production Economics* 81-82,555-558
- Kauffman John. (2009). Fixed and Variable cost. Retrieved from [personalmba.com/cost-fixed-variable](http://personalmba.com/cost-fixed-variable)
- Kementerian Pertanian. (2015). Data Produksi Sayur dan Buah di Indonesia. Retrieved from [aplikasi.pertanian.go.id](http://aplikasi.pertanian.go.id)
- Silva, Aneirson Francisco. (2014). A Fuzzy Goal Programming Model for Solving Aggregate Production-Planning Problems under Uncertainty : A case study in Brazilian Sugar Mill. *International Journal of Energy Economics* 45,196-204
- Steinberg, S.L. (2000). Wheat response to differences in water and nutritional status between zeoponi c and hydroponic growth systems. *Agron. J.*, 92, 353-3 60
- Taylor, Bernard W. (2006). Introduction to Management Science, Ninth Edition. *Prentice Hall*
- Wulandhari, Dwi. (2015). Perencanaan Produksi Pakan Ternak pada PT.ABC Menggunakan Metode Linear Programming. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIV*

## BIOGRAFI PENULIS



Ardistya Wirawan dilahirkan di Jayapura, Indonesia pada 25 April 1992. Penulis dengan moto "*Live your Life*" ini menerima gelar Diploma IV sebagai Sarjana Sains Terapan jurusan Teknik Elektronika di PENS (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya). Penulis sedang bekerja di PT.Wonokoyo Jaya Corporindo sebagai Kepala Seksi Departemen Performance Management Divisi Human Resources dan melanjutkan pendidikan program Magister di Jurusan Manajemen Industri MMT-ITS dengan fokus penelitian pada bidang riset peramalan dan optimasi. Penulis juga sempat terjun dalam beberapa bidang organisasi seperti KHS (Komunitas Hidroponik Surabaya) dan juga IESPA (*Indonesian E-Sport Association*). Penulis menerima Saran dan kritik serta diskusi melalui email [Ardistyawira@gmail.com](mailto:Ardistyawira@gmail.com).